صناعة الزيوت والدهون

كيميائى

فؤاد عبد العزيز أحمد الشيخ

مدير عام الإنتاج بشركة

مصر للزيوت والصابون

الكتـــــاب : صناعة الزيوت والدهون

المؤلـــــف : كيميائي فؤاد عبد العزيز الشيخ

رقـم الطبعـة : الأولى (إعادة طباعة)

تاريخ الإصدار : ١٤٢٦هـ - ٢٠٠٥م

حقـوق الطبـع : محفوظة للناشر

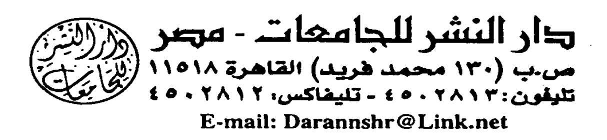
الناشــــر : دار النشر للجامعات

رقـم الإيـداع : ٩٣/٧٦٧٥

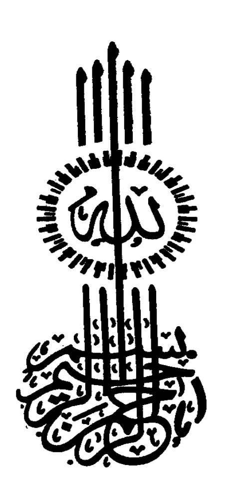
الترقيم الـدولي : I.S.B.N: 977-15 - 0102-X

الكـــود : ٢/١٧

تحـــذير: لا يجوز نسخ أو استعمال أي جزء مـن هـذا الكتاب بأي شكل من الأشكال أو بأية وسيلة من الوسائل (المعروفة منها حتى الآن أو ما يستجد مستقبلاً) سواء بالتصوير أو بالتسجيل على أشرطة أو أقراص أو حفظ المعلومات واسترجاعها دون إذن كتابي من الناشر .



صناعة الزيوت والدهون



بسم الله الرحمن الرحيم

المقـــدمة

الحمد لله الذى أعاننى على تقديم هذا الجزء الأول من سلسلة الاجزاء التى أرغب فى تقديمها الى كل من يهتم بصناعة الزيوت والدهون والصابون .

ويحتوى هذا الجزء على كل مايجب الالمام به ، وبحيث يستعاض به عن الرجوع الى الكثير من المراجع فيما قد شرحته به وهو مايلى : –

١ – موقع الاحماض الدهنية فى خريطة الكيمياء العضوية .

٢ – ما هى الاحماض الدهنية .

٣ – بعض الخواص الطبيعية والكيميائية للأحماض الدهنية .

٤ – مما تتكون الزيوت والدهون .

٥ – المواد الموجودة بالزيوت والدهون الخام .

٦ – التفاعلات الكيميائية التى تتعرض لها الزيوت والدهون .

وأرجو من الله أن يحقق هذا الجزء رغبة القارىء فيه .

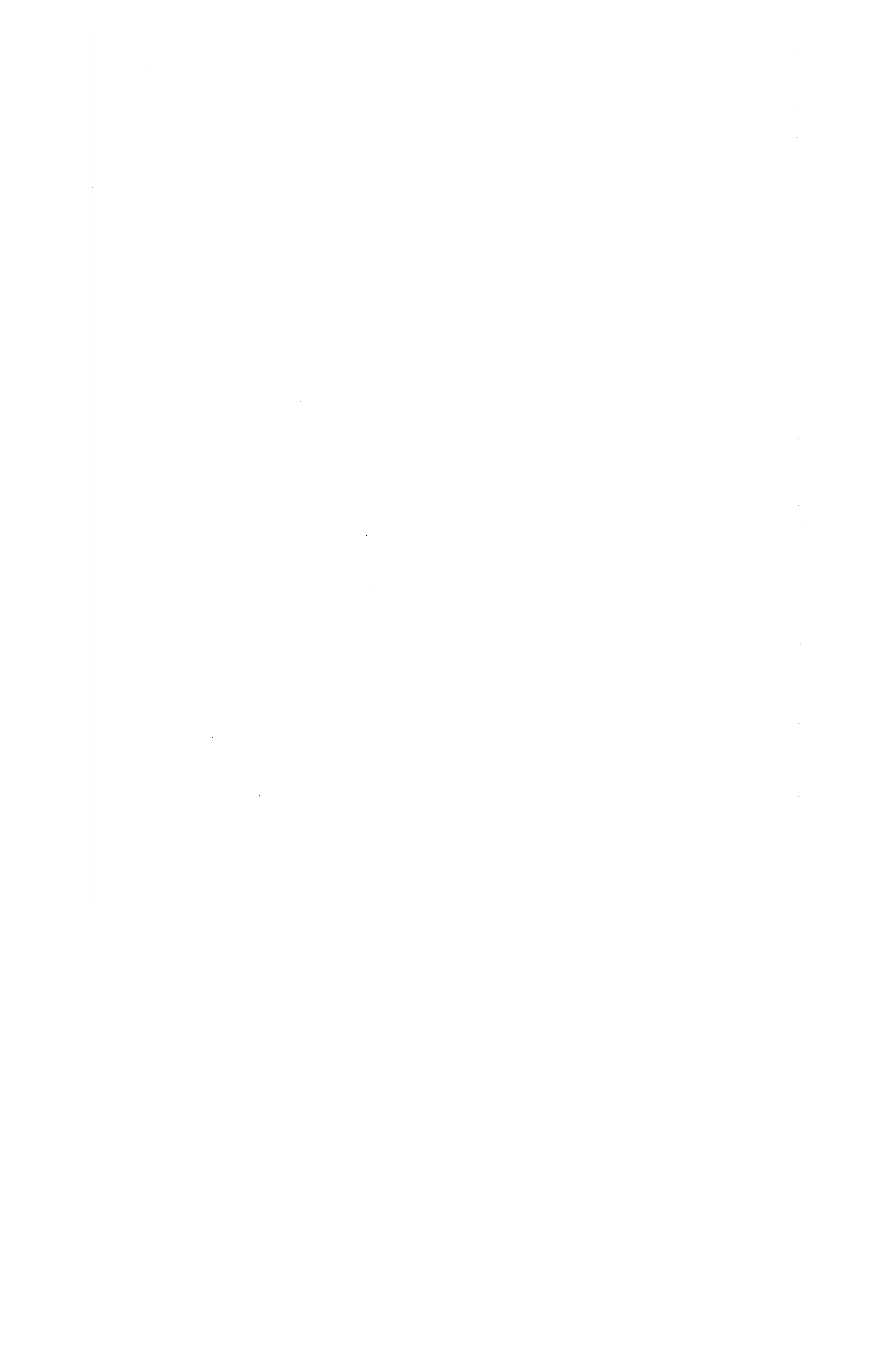
والله الموفق والله المستعان .

كيميائى

فؤاد عبد العزيز أحمد

مدير عام الأنتاج

بشركة مصر للزيوت والصابون



الباب الأول

الهدف من هذا الباب هو الاجابة عن الموضوعات الهامة التالية والتى يجب على القارىء الاحاطة بها وهى : –

١ – موقع الاحماض الدهنية فى خريطة الكيمياء العضوية .

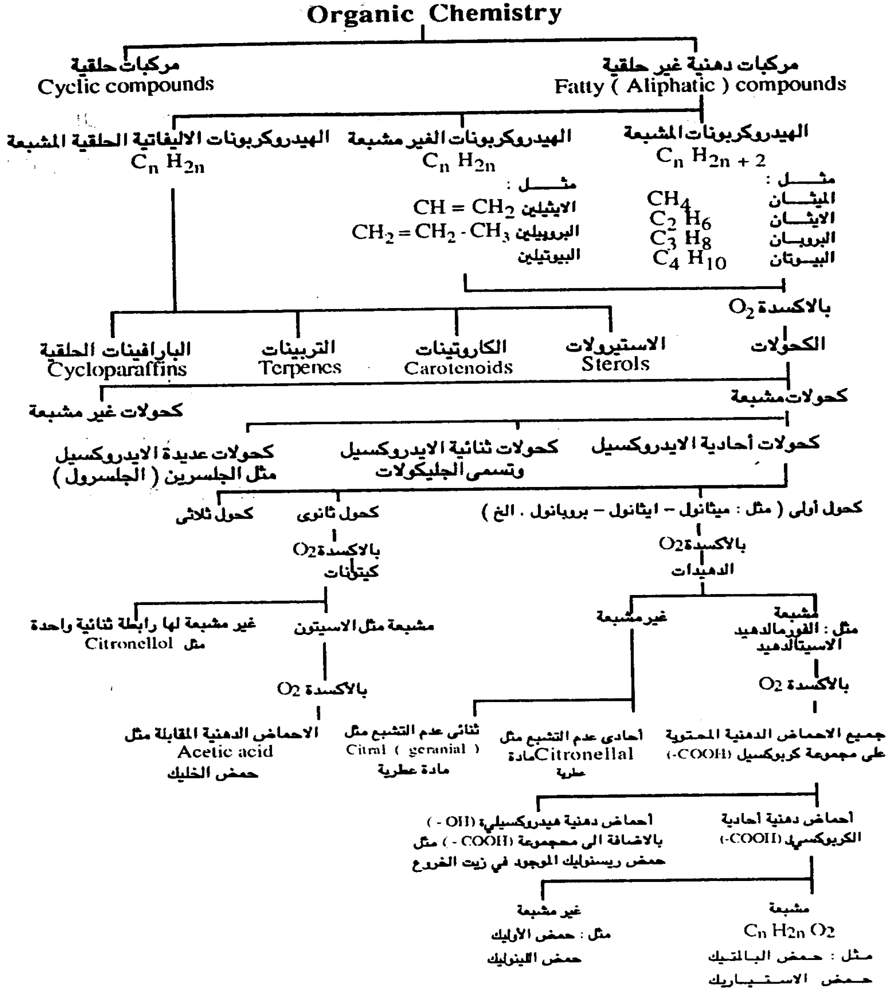
٢ – الخواص الطبيعية والتركيب الكيميائى للأحماض الدهنية .

٣ – المصادر الطبيعية للأحماض الدهنية (الزيوت والدهون) وخواصها الطبيعية والكيميائية .

٤ – العوامل التى تؤثر على الخواص الطبيعية للدهون والزيوت .

٥ – الثوابت الطبيعية للزيوت والدهون .

٦ – الثوابت الكيميائية للزيوت والدهون .



الكيميــاء العضــوية
Organic Chemistry
مركبات حلقية
Cyclic compounds
مركبات دهنية غير حلقية
Fatty (Aliphatic) compounds
الهيدروكربونات الاليفاتية الحلقية المشبعة
$C_n H_{2n}$
الهيدروكربونات الغير مشبعة
$C_n H_{2n}$
الهيدروكربونات المشبعة
$C_n H_{2n+2}$
مثـــل :
الايثيلين $CH = CH_2$
البروبيلين $CH_2 = CH_2 - CH_3$
البيوتيلين
مثـــل :
الميثـــان CH_4
الايثـــان C_2H_6
البروبـــان C_3H_8
البيـــوتان C_4H_{10}
بالاكسدة O_2
البارافينات الحلقية
Cycloparaffins
التربينات
Terpenes
الكاروتينات
Carotenoids
الاستيرولات
Sterols
الكحولات
كحولات مشبعة
كحولات غير مشبعة
كحولات أحادية الايدروكسيل
كحولات ثنائية الايدروكسيل
وتسمى الجليكولات
كحولات عديدة الايدروكسيل
مثل الجلسرين (الجلسرول)
كحول أولى (مثل : ميثانول – ايثانول – بروبانول . الخ)
كحول ثانوى
كحول ثلاثى
بالاكسدة O_2
الدهيدات
بالاكسدة O_2
كيتونات
مشبعة
مثل : الفورمالدهيد
الاسيتالدهيد
غير مشبعة
مشبعة مثل الاسيتون
غير مشبعة لها رابطة ثنائية واحدة
مثل Citronellol
بالاكسدة O_2
بالاكسدة O_2
جميع الاحماض الدهنية المحتوية
على مجموعة كربوكسيل (-COOH)
أحادى عدم التشبع مثل
Citronellal مادة
عطرية
ثنائى عدم التشبع مثل
Citral (geranial)
مادة عطرية
الاحماض الدهنية المقابلة مثل
Acetic acid
حمض الخليك
أحماض دهنية أحادية
الكربوكسيل (-COOH)
أحماض دهنية هيدروكسيلية (- OH)
بالاضافة الى مجموعة (- COOH) مثل
حمض ريسنوليك الموجود في زيت الخروع
مشبعة
$C_n H_{2n} O_2$
مثل : حمض البالمتيك
حمض الاستياريك
غير مشبعة
مثل : حمض الأوليك
حمض اللينوليك

الأحماض الدهنية Fatty Acids

تحتوى الجلسريدات الثلاثية على حوالى ٩٥٪ من وزنها أحماض دهنية موجودة فى صورة استرات جلسرول .

وتتأثر الخواص الطبيعية والكميائية للدهون Fats الى حد كبير بنوع ونسب مكونات الاحماض الدهنية وبطريقة ترتيبها فى الجزىء .

وتنتج الاختلافات فى هذه الخواص من الاحتياجات الفسيولوجية للنبات والحيوان التى ينتجها .

والاحماض الدهنية الغالبة هى أحماض دهنية اليفاتية مستقيمة السلسلة ذات رقم زوجى من ذرات الكربون مرتبطة بمجموعة كربوكسيل واحدة رمـزها (oH - $C^{//O}$ وتكتب فى الـعادة COOH -) وقد تكون الاحماض مشبعة أو غير مشبعة .

والشكل البنائى العام للحمض المشبع يوضحة الشكل التالى : -

$$CH_3 — (CH_2)_x ——— COOH$$

aliphatic chain carboxyl group

وقد تحتوى بعض الاحماض الدهنية على مجموعة ايدروكسيل OH- داخل الجزىء مثل زيت الخروع كمايوجد بالزيوت الغذائية عدد قليل من الأحماض التى تحتوى على كميات صغيرة من السلاسل المتفرعة والحلقية وعلى أحماض دهنية مستقيمة السلسلة فردية العدد فى ذرات الكربون .

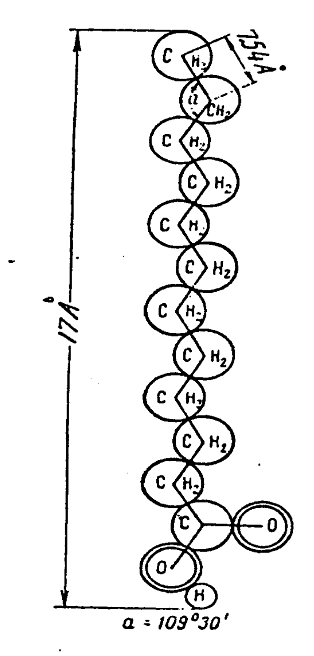
تقسيم الأحماض الدهنية : -

تقسم الأحماض الدهنية الموجودة بالزيوت والدهون حسب درجة التشبع إلى : -

١ - أحماض دهنية مشبعة Saturated fatty acids

ورمزها العام $C_n H_{2n} O_2$

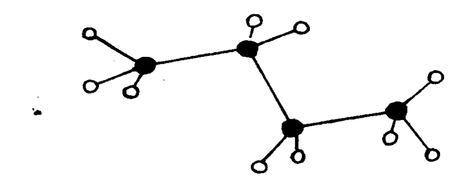
وتحتوى على روابط فردية فقط بين ذرات الكربون وهى روابط متفاعلة كيميائيا . والشكل التالى يبين صورة حمض اللوريك .



lauric acid molecule.

$CH_3-(CH_2)_{10}-COOH$

والشكل التالى يوضح شكل سلسلة متعرجة مكونة من أربع ذرات الكربون .



وترتفع درجة انصهار melting point الاحماض الدهنية المشبعة بزيادة طول السلسلة . وابتداء من حمض اللوريك (ك ١٢) الى ما هو أطول من ذلك فى سلسلة الكربون تكون صلبة فى درجة حرارة الغرفة .

٢ - **أحماض دهنية غير مشبعة** unsaturated fatty acids وتحتوى على رابطة ثنائية واحدة أو أكثر بين ذرات الكربون -c = c- والشكل التالى يبين الروابط المشبعة والغير مشبعة .

```
 H   H                H   H
 |   |                |   |
-C - C -            - C = C -
 |   |
 H   H

Saturated           Unsaturated
  Bond                 Bond
```

وتنقسم إلى : -

أ - أحادية عدم التشبع monounsaturated - ro - monoenoic

ورمزها العام $C_n H_{2n-2} O_2$

وهى الاحماض التى تحتوى على رابطة ثنائية واحدة .

ب – ثنائية عدم التشبع diunsaturated - or - dienoic

ورمزها العام $C_nH_{2n-4}O_2$

وهى الاحماض التى تحتوى على رابطتان ثنائيتان .

جـ – عديدة عدم التشبع Polyunsaturated - or - dienoic

وهى الاحماض التى تحتوى على أكثر من رابطتان ثنائيتان .

وفى نظام جنيف Geneva system للتسمية ترقم ذرات كربون سلسلة الحمض الدهنى ابتداء من نهاية السلسلة . وتعتبر ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل هو رقم ١ – وجرى العرف على تحديد الرابطة المعينة specific bond فى السلسلة بالرقم الأصغر لذرتى الكربون التى تصل بينهما . فعلى سبيل المثال فى حمض الاوليك cis - 9 - octadecenoic وتقع الرابطة الثنائية بين ذرتى كربون ٩ ، ١٠ .

وعندما يوجد حمضان دهنيان متماثلان فيما عدا موضع الرابطة الثنائية فيشار اليهما بالتماثل الموضعى positional isomers وسيرد شرحهما فيما بعد .

وبسبب وجود الروابط الثنائية فى الاحماض الدهنية الغير مشبعة فانها تكون أكثر تفاعلا من الناحية الكيميائية عن الاحماض الدهنية المشبعة – وتزداد هذه القدرة بزيادة عدد الروابط الثنائية .

وبالرغم من أن الروابط الثنائية (المزدوجة) الموجودة فى الاحماض الدهنية عديدة عدم التشبع تحدث عادة فى الوضع التى لاتتبادل فيه مع الروابط الاحادية والمسمى بالوضع الغير اقترانى non - conjugated position فانه يمكن أن تحدث فى الوضع التى تتبادل فيه مع الرابطة الاحادية والمسمى بالوضع الاقترانى conjugated position

والتى يوضحهما الشكل التالى : -

```
 H   H   H   H           H   H   H   H   H
 |   |   |   |           |   |   |   |   |
-C = C - C = C-         -C = C - C - C = C-
                                 |
                                 H
```

Conjugated Non-conjugated

وعند الروابط فى الوضع الاقتـرانى conjugated position يزداد حـدوث أنواع معينة من التفاعلات الكيميائية . فعلى سبيل المثال ، الدهون التى تحتوى على روابط فى الوضع الاقترانى تكون أكثر عرضه للأكسدة والبلمرة .

٣ - الاحماض الدهنية عديدة عدم التشبع :

ومن الاحماض الدهنية العديدة عدم التشبع الأكثر أهمية هى : -

حمض اللينوليك	يحتوى على	٢	رابطة مزدوجة
حمض اللينولينيك	يحتوى على	٣	رابطة مزدوجة
حمض الأراشيديك	يحتوى على	٤	رابطة مزدوجة
حمض eicosapentaenoic	يحتوى على	٥	رابطة مزدوجة
حمض docosahexaenoic	يحتوى على	٦	رابطة مزدوجة

التماثل في الاحماض الدهنية الغير مشبعة : -

المتماثلات isomers هى مادتان أو أكثر تتكونان من نفس العناصر وتتحد فى نفس الخواص ولكن تختلف فى بناء الجزىء - وأهم نوعان من المتماثلات الموجودة فى الاحماض الدهنية هما : -

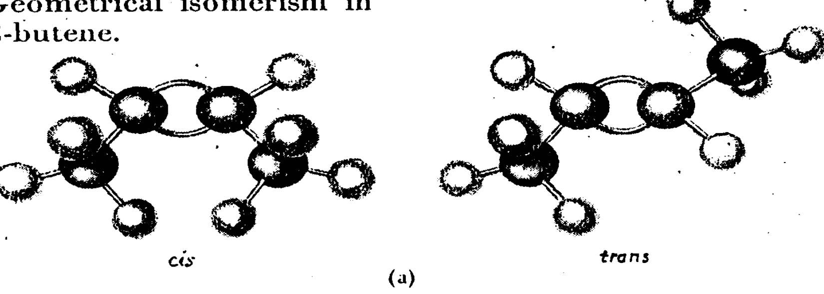
أ - التماثل الهندسي Geometric Isomerism

يمكن أن تتواجد الأحماض الدهنية الغير مشبعة فى الصورة " سس Cis " أو الصورة " ترانس Trans " حسب توزيع ذرات الايدروجين المتصلة بذرتى الكربون المرتبطتان بالرابطة الثنائية - فاذا كانت ذرتى الأيدروجين على نفس الجانب لسلسلة الكربون سمى هذا التنظيم بالصورة " سس Cis " . ، وإذا كانت ذرتى الايدروجين على جانبان متضادان لسلسلة الكربون سمى هذا التنظيم بالصورة " ترانس Trans " كما هو موضح بالرسوم التالية

```
    H   H   H   H            H   H     H
    |   |   |   |            |   |     |
  - C - C = C - C -        - C - C = C - C -
    |           |            |       |   |
    H           H            H       H   H

        cis                     trans
```

FIGURE 24-5
Geometrical isomerism in 2-butene.



فنجد أن حمض الاوليك Oleic متماثل هندسيا مع حمض الاليادك Elaidic – فى الحمض الأول نجد أن الرابطة الثنائية تتخذ صورة سس Cis وفى الحمض الثانى تتخذ الصورة ترانس Trans .

ب – التماثل الموضعي Positional Isomerism :

فى هذه الحالة يختلف موقع الرابطة الثنائية فى المتماثلات . فنجد أن حمض Petroselinic الموجود فى زيت بذر البقدونس هو حمض Cis - 6 - octadecenoic وهو مماثل موضعى لحمض Oleic الذى هو cis - 9 - octeadecenoic – كذلك حمض Vaccenic الذى يوجد بكمية صغيرة فى الشحم الحيوانى والزبد هو حمض Trans - II - octadecenoic وهو مماثل موضعى وهندسى لحمض الأوليك .

وموضع الروابط المزدوجة يؤثر فى نقطة انصهار melting point الحمض الدهنى الى مدى محدود ويمكن أن تؤدى عملية التشغيل مثل الهدرجة الى نقل موضع الروابط الثنائية فى سلاسل الحمض الدهنى بالاضافة الى التماثل سس وترانس .

ويزداد عدد المتماثلات الموضعية والهندسية بزيادة عدد الروابط الثنائية ، فعلى سبيل المثال ، عند وجود رابطتان ثنائيتان يمكن أن توجد أربعة متماثلات هندسية هى : –

سس – سس

سس – ترانس

ترانس – سس

ترانس – ترانس

وعلى كل حال فانها توجد بكميات صغيرة فقط عند الهدرجة الجزئية للدهون وبذلك تكون نسبتها تافهة فى غذاء الانسان .

والشكل الهندسى تأثير ظاهر على درجة انصهار الحمض الدهنى .

وبصفة عامة توجد المتماثلات سس طبيعيا فى الدهون والزيوت الغذائية وبالرغم من أن كمية المتماثلات ترانس توجد فى دهون الحيوانات المجتره فان أغلب المتماثلات ترانس تنتج من الهدرجة الجزئية للدهون والزيوت .

الاستــــرات Esters

R - C″^{O} - O - R – أو – RCOOR`

وتنتج من تفاعل الكحولات مع الاحماض كما فى التفاعل التالى : –

$$RCO - OH + H - OR \rightarrow RCOOR` + H_2O$$

ماء استر كحول حمض

وعلى ذلك فان الدهون والزيوت تسمى " بالاسترات " لانها تنتج من تفاعل الجلسرول مع الاحماض الدهنية كما فى التفاعل التالى : –

$$\begin{array}{l} H_2C - OH \\ \quad | \\ H \;\; C - OH \\ \quad | \\ H_2C - OH \end{array} + 3\,RCOOH \rightarrow \begin{array}{l} CH_2 - O - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - R \\ | \\ CH - O - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - R' \\ | \\ CH_2 - O - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - R'' \end{array} + 3\,H_2O$$

جلسترول حمض دهنى زيت أو دهن

ويمكن أيضا تسميتها بالجلسريدات الثلاثة ، ولأن الجلسرول يحتوى على ثلاثة مجموعات ايدروكسيلية OH – فهو ثلاثى التكافؤ ، ولكل مجموعة منها تتفاعل مع حمض دهنى واحد .

الدهـــون Fats

ما هي الدهون What is a fat

الدهـون والزيوت هـى فى الغـالب اسـتـرات ثلاثيـة triesters للأحماض الدهنية والجلسرول وتسمى فى العادة بالجلسريدات الثلاثية triglycerides

وهى لاتنوب فى الماء ولكن تنوب فى أغلب المذيبات العضوية ، وكثافتها أقل من الماء. وفى درجة حرارة الغرفة العادية أما أن تكون : −

١ − صلبة وتسمى بالدهون Fats

٢ − سائلة وتسمى بالزيوت Oils

ويمكن أن يطلق عليهما معا كلمة دهن Fats

أما مصطلح ليبيدات (دهنى) (Fatty) Lipids فانه يشتمل على مجموعة من المواد الكيميائية فبالاضافة الى الجلسريدات الثلاثية فانه يشمل أيضا : −

الجلسريدات الاحادية	Monoglycerides
الجلسريدات الثنائية	diglycerides
الفوسفاتيدات	phosphatides
	cerebrosides
الاستيرولات	sterols
التربينات	terpenes
الكحولات الدهنية	fatty alcohols
الاحماض الدهنية	fatty acids
الفيتامينات الذائبة فى الدهن	fat - soluble vitamins
مواد أخرى	other substances

التركيب الكيميائي للدهون

Chemical Composition of Fats

تمثل الجلسريدات الثلاثية أكثر من ٩٥ ٪ من وزن الدهون والزيوت الغذائية والمكونات الباقية (٥ ٪) تشمل مايلى : –

الجلسريدات الاحادية	monoglycerides
الجلسريدات الثنائية	diglycerides
الفوسفاتيدات	Phosphatides
الاستيرولات	sterols
الكحولات الدهنية	fatty alcohols
الاحماض الدهنية الحرة	free fatty acids
الفيتامينات الذائبة فى الدهن	fat soluble vitamins
مواد أخرى	Other subst ances

الجلسريدات الثلاثية : –

وتتكون من جلسرول glycerol وثلاثة أحماض دهنية

$$
\begin{array}{cccc}
\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-OH \\ | \\ H-C-OH \\ | \\ H-C-OH \\ | \\ H \end{array} &
\begin{array}{c} \\ \\ HOOCR_1 \\ \\ +\ HOOCR_2 \\ \\ HOOCR_3 \\ \\ \end{array} \longrightarrow &
\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-OOCR_1 \\ | \\ H-C-OOCR_2 \\ | \\ H-C-OOCR_3 \\ | \\ H \end{array} & +\ 3H_2O \\
\text{Glycerol} & \text{Fatty acids} & \text{Triglyceride} & \text{Water}
\end{array}
$$

وإذا كانت الاحماض الدهنية الثلاثة من نوع واحد سمى بالجلسريد الثلاثى البسيط simple

وإذا كانت الاحماض الدهنية الثلاثة من نوع مختلف سمى بالجلسريد الثلاثى المختلط mixed

وعلى كل حال فان الصور الشائعة هى الجلسريدات المختلطة التى يحتوى جزيئها على اثنين أو ثلاثة أنواع من الاحماض الدهنية .

والشكل التالى يوضح الجلسريد البسيط والجلسريد المختلط حيث نجد أن :

R_1 - COO ، R_2 - COO ، R_3 - COO تمثل أحماض مختلفة متحدة مع الجلسرول بجزئى الاستر

Simple Triglycaride	Mixed Triglycaride
R_1 - COO - CH_2	R_1 - COO - CH_2
|	|
R_1 - COO - CH	R_2 - COO - CH
|	|
R_1 - COO - CH_2	R_3 - COO - CH_2

وتحدد الاحماض الدهنية بالجلسريد الثلاثى صفات جزيىء الدهن .

تقسيم الزيوت والدهون

قديما كانت الدهون والزيوت تقسم على أساس رقمها اليودى الى : -

١ - زيوت غير جافة nondrying oils

٢ - زيوت نصف جافة semidrying oils

٣ - زيوت جافه drying oils

وقد أخفق هذا التقسيم فى حصر بعض الزيوت المتميزة الهامة فى اطار هذه الاقسام العريضة الثلاثة ، ولهذا تم استخدام تقسيم آخر يعتمد على فائدتها الصناعية .

* * *

تقسيم الزيوت والدهون

Classification of Fats and Oils

تقسم الدهون والزيوت من ناحية فائدتها الصناعية الى عشرة مجموعات هى : -

١ - مجموعة دهن اللبن Milk Fat Group

دهون هذه المجموعة تستخرج من البان الحيوانات الاليفة ، وتستخدم فى الأغراض الغذائية وأهم أعضاء هذه المجموعة هو الزبد butter fat المستخرج من لبن الأبقار .

هذه الدهون الوحيدة التى تحتوى على حمض البيوتيريك butyric acid بكميات معقولة بالاضافة الى الاحماض المشبعة المنخفضة الوزن الجزيىء .

جميع أعضاء المجموعة تكون متشابهة في التركيب وتحتوى على أحماض :

الاستياريك	Stearic
والبالمتيك	Palmitic
والأوليك	Oleic

٢ – مجموعة حمض اللوريك Lauric Acid Group

ودهون هذه المجموعة تستخرج من بذور seed أنواع من النخيل مثل :

جوز الهند	coconut
نوى النخيل	plam kernel
البابا سو	babassu

تتميز عن الدهون الأخرى بما يلى : –

أ – تحتوى على نسبة مرتفعة من حمض اللوريك (٤٠ – ٥٠ ٪) .

ب – تحتـوى على كميات صغيرة من الأحماض المشبعة ك٨ ، ك١٠ ، ك١٤ ، ك١٦ ، ك ١٨ .

جـ – تحتوى على كميات صغيرة من الاحماض الغير مشبعة وهى حمض الاوليك وحمض اللينوليك .

د – متوسط الوزن الجزىء لاحماضها الدهنية منخفض .

هـ – درجة عدم تشبع احماضها الدهنية منخفض عن كل الدهون الصناعية وبالتالى فان رقمها اليودى منخفض عن كل الدهون .

و – نقطة انصهارها منخفضة نسبيا .

الصابون الصوديومى لهذه المجموعة صلب وثابت نحو الأكسدة جيد الذوبان وطليق الرغوة Free - lathering

٣ – مجموعة الزبد النباتي Vegetable Butter Group

ويحصل عليه من بذور اشجار استوائية متنوعة ، وأهم أعضاء هذه المجموعة هو زبد الكاكاو cocoa butter . وتحتوى على ٥٠٪ أو أكثر من حمض البالمتيك والاستياريك .

وتنصهر فى مدى ضيق من درجات الحرارة وهى الى حد ما تماثل زيوت اللوريك فى ليونتها softening

٤ - مجموعة الدهن الحيواني Animal Fat Group

وتتكون هذه المجموعة من الأجسام الدهنية للحيوانات الأليفة مثل الخنزير Lard والشحم الحيوانى Tallow .. الخ .

وتتصف هذه الدهون بما يلى : -

أ - تحتوى على نسبة عالية من الحمضان المشبعان البالمتيك والاستياريك .

ب - تحتوى على نسبة منخفضة من الأحماض الغير مشبعة وأغلبها حمضى الأوليك واللينوليك .

٥ - مجموعة حمضي أوليك واللينوليك Oleic - Linoleic Acid Group

وهى أكبر المجموعات ، واحدى المجموعات التى يوجد فيها أكثر التنوعات فى الخواص والتركيب للزيوت المنفردة .

وتستخرج زيوت هذه المجموعة من النبات كالتالى :-

أ - البذور : مثل زيت بذرة القطن وزيت الفول السودانى .

ب - ثمار الاشجار : مثل زيت الزيتون والنخيل .

جـ - بذور الاشجار : مثل زيت الكابوك Kapok

تتميز أعضاء هذه المجموعة بما يلى :

أ - معظمهم يوجد فى حالة سائلة فيما عدا عند درجات الحرارة المنخفضة .

ب - نسبة الأحماض الدهنية المشبعة تكون أقل من ٢٠٪ فى أغلب الحالات .

جـ - الأحماض الدهنية الغير مشبعة السائدة مكونة من حمضى الأوليك Oleic واللينوليك Linoleic .

د - تكاد تكون خالية من حمض اللينولينيك Linolenic ومن الأحماض الدهنية الأخرى الأكثر فى عدم تشبعها .

وبسبب خلوها من حمض اللينولينيك ومن الأحماض الاخرى الأكثر فى عدم تشبعها فانها : -

أ - تكون أكثر من ضعيفة فى خاصية الجفاف ، ولذلك لاتستخدم فى أغرض الطلاء Paint أو التغطية Coating للحماية .

ب - لاتبدى أى ميل نحو ارتداد النكهة Flavor reversion

جـ - تكون زيوت غذائية ممتازة .

وأغلب زيوت هذه المجموعة تجد استخداما كبيرا فى صناعة الصابون .

وتخلط كذلك مع الدهون الأكثر صلابة لانتاج الصابون الصلب ، كما يمكن هدرجتها لانتاج دهون لصابون صلب مناسب .

٦ - مجموعة حمض ايروسيك Erucic Acid Group

وأهم أعضاء هذه المجموعة ذات الأهمية الاقتصادية هى : -

زيت الخردل	mustard oil
زيت رافيسون	ravison oil
زيت بذر اللفت	rapeseed oil

ويميز هذه المجموعة احتوائها العالى من حمض ايروسيك والذى تصل نسبته الى ٤٠ - ٥٠ ٪ كما تحتوى أيضا على كميات صغيرة من حمض اللينوليك وحمض ايكوسينويك

٧ - مجموعة حمض اللينولينيك Linolenic Acid Group

وأهم أعضاء هذه المجموعة تستخرج من بذور النبات وأهم زيوتها هو : -

زيت بذر الكتان	Linseed oil
زيت فول الصويا	Soyabean oil
زيت بذر القنب	Hempseed oil
زيت البيريلا	Perilla oil

تتميز هذه المجموعة باحتوائها على نسبة عالية من حمض اللينولينيك وعلى كمية قليلة من حمض الأوليك وحمض اللينوليك .

وبسبب احتوائها المرتفع من حمض اللينولينيك Linolenic فانه : -

أ - تكون لها ميل الى ارتداد النكهة بالأكسدة الضعيفة ، لذلك فان هذه الزيوت تكون غير مستحبة فى الاغراض الغذائية بالرغم من أن أغلب زيت فول الصويا الناتج يستخدم فى المنتجات الغذائية .

ب - لنفس السبب تستخدم بقلة فى صناعة الصابون .

جـ - جميع زيوت حمض اللينولينيك لها خاصية الجفاف drying properties ومن ثم تستخدم فى أغراض الطلاء والمنتجات المماثلة .

٨ - مجموعة حمض تساهمي Conjugated Acid Group

يميز هذه المجموعة ما تحتويه من أحماض ذات روابط ثنائية تساهمية conjugated bonds double وأهم أعضاء هذه المجموعة من الناحية التجارية مايلى : -

أ - زيت التانج Tung oil الذى يحتوى على كمية كبيرة من حمض اليواستياريك

eleostearic

ب - زيت أوتيسسا Oiticica Oil الذى يحتوى على كمية كبيرة من حمض ليكانيك

وهذه الزيوت تجف بسرعة أكبر من الزيوت الجافة العادية بسبب الوضع التساهمى للروابط الثنائية الموجودة فى أحماضها ، ولذلك فهى أكثر طلبا لصناعة الورنيشات المتنوعة والطلاء بالمينا enamels ومواد التغطية coatings الواقية .

وهى غير مناسبة فى الأغراض الغذائية أو صناعة الصابون .

٩ - مجموعة الزيوت البحرية Marine Oil Group

وتحتوى هذه المجموعة على كل من زيوت السمك وزيوت الحيوانات الثديية البحرية مثل زيت الحوت .

وتتميز هذه المجموعة بتنوع أحماضها الدهنية الغير مشبعة وتحتوى على : -

أ - تحتوى على نسبة عالية من الأحماض الدهنية الغير مشبعة تصل الى ٧٥٪ فاكثر وعلى سلاسل أطول من هذه الأحماض الغير مشبعة .

ب - بها أحماض دهنية غير مشبعة تحتوى على أكثر من ثلاثة روابط مزدوجة .

١٠ - مجموعة حمض هيدروكسي Hydroxy Acid Group

والعضو الممثل لهذه المجموعة والمستخدم تجاريا هو زيت الخروع ، وهو الوحيد الذى يحتوى على كمية كبيرة من جلسريد ات حمض ricinoleic أو حمض 12 - hydroxy octadecenoic .

وبسبب احتوائه العالى على هذا الحمض الغير عادى ، فان زيت الخروع يختلف عن الزيوت الأخرى ، وهو غير غذائى .

المجموعة الأولي

مجموعة دهون اللبن Milk Fats Group

١ - الزبد Butter Fat (من لبن البقر)

الثـــــوابت	Baily	Ashland
– الكثافة النوعية (عند درجة حرارة ٦٠ °م)	٠,٨٨٧	
– معـامل الانكسـار عند درجـة حرارة (٦٠°)	١,٤٤٦٥	
– الرقم اليودى	٣٢,٩ – ٤٢,٩	٢٥ – ٤٢
– رقم التصبن	٢١٠ – ٢٥٠	٢٣٣ – ٢٤٠
– مكافىء التصبن	٢٣٦,٣ – ٢٥١,٨	
– نقطة الانصهار	٣٧ – ٣٨	٢٨ – ٣٥
– التتر	٣٤	٣٣ – ٣٨
– المواد الغير قابلة للتصبن	٠,٤	
– رقيم ريخيرت – ميسل	٢٢ – ٣٤	
– رقم بولينسكى	١,٧٨ – ٤	
– رقم كيرشنر	٢٠ – ٢٦	

التركيب	عدد ذرات الكربون	Baily	Ashland	GLC (١)
الاحماض الدهنية المشبعة				
Butyric	ك$_{٤}$	٤,٠٠-٢,٨	٢,٣	٤-٣
Caproic	ك$_{٦}$	٣,٠٠-١,٤	١,٦	٢-١
Caprylic	ك$_{٨}$	١,٧-٠,٥	١,٥	١
Capric	ك$_{١٠}$	٣,٢-١,٧	٢,٢	٣
Lauric	ك$_{١٢}$	٤,٥-٢,٢	٢,٥	٤-٣
Myristic	ك$_{١٤}$	١٤,٦-٥,٤	٨,٢	١٢-١١
Palmitic	ك$_{١٦}$	٤١-٢٦	٢٥,٢	٢٩-٢٧
Stearic	ك$_{١٨}$	١١,٢-٦,١	٩,١	١٢-١١
أكثر من ك ١٨		٢,٤-١,٢		٢
الاجمـــــالى		٧٠,٦-٥٧,٥		٦٦-٦٣
الاحماض الدهنية الغير مشبعة				
Caproleic	ك$_{١٠}$-١	٠,٣-٠,١	٠,٤	
Lauroleic	ك$_{١٢}$-١	٠,٦-٠٠,١	٠,٢	
Myristoleic	ك$_{١٤}$-١	١,٦-٠,٦	٢,٦	٢
Palmitoleic	ك$_{١٦}$-١	٥,٧-٢,٨	٤,٦	٤-٢
Oleic	ك$_{١٨}$-١	٣٣,٤-١٨,٧	٣٢,٢	٢٩-٢٥
Linoleic	ك$_{١٨}$-٢	٣,٧-٠,٩	٤,٩	٢
Linolenic	ك$_{١٨}$-٣	——	٢,٠٠	١
ك$_{٢٠}$ و ك$_{٢٢}$ غير مشبعة		٣,٠٠-٠,٨	—	—
الاجمـــــالى		٤٢,٥-٢٩,٤		٣٤

(١) يحتوى الزبد على حوالى ٣٪ من ك$_{١٥}$ ، ك$_{١٧}$ من اجمالى الاحماض الدهنية .

٢ - الألبـــان Milks

التركيب / الثوابت	عدد ذرات الكربون	لبن الماعز	لبن الغنم	لبن الجاموس	لبن الجمال	لبن الخيول
الرقم اليودى		٢٨,٨	٣٦,٧	٣٣,٥	٤٠,٨	٨٤,٣
مكافىء التصبن		٢٣٣,٧	٢٤٤,٥	٢٤٠,٤	٢٥٩,٠	٢٥٣,١
رقم ريخيرت - ميسل		٢٣,٢	٢٦,٢	٣٢,٢	١٦,٤	٦,٢
رقم بولينسكى		٧,٢	٣,٦	٢,٠٠	١,٦	٥,٩
رقم كيرشنر		١٥,٦	١٧,٦	٢٨,٤	١٤,٣	٢,٦
الاحمـاض الدهنيـة المشبعة						
Butyric	ك٤	٣,٠٠	٢,٨	٤,١	٢,١	٠,٤
Caproic	ك٦	٢,٥	٢,٦	١,٤	٠,٩	٠,٩
Caprylic	ك٨	٢,٨	٢,٢	٠,٩	٠,٦	٢,٦
Capric	ك١٠	١٠	٤,٨	١,٧	١,٤	٥,٥
Lauric	ك١٢	٦	٣,٩	٢,٨	٤,٦	٥,٦
Myristic	ك١٤	١٢,٣	٩,٧	١٠,١	٧,٣	٧
Palmitic	ك١٦	٢٧,٩	٢٣,٩	٣١,١	٢٩,٣	١٦,١
Stearic	ك١٨	٦	١٢,٦	١١,٢	١١,١	٢,٩
أكبر من ك١٨		٠,٦	١,١	٠,٩	—	٠,٣
الاجمـــالى		٧١,١	٦٣,٦	٦٤,٢	٥٧,٣	٤١,٣
Caproleic	ك١٠-١	٠,٣	٠,١	—	—	٠,٩
Lauroleic	ك١٢ - ١	٠,٣	٠,١	—	—	١,٠٠
Myristoleic	ك١٤ - ١	٠,٨	٠,٦	—	—	١,٨
Palmitoleic	ك١٦ - ١	٢,٦	٢,٢	—	—	٧,٥
Oleic	ك١٨ - ١	٢١,١	٢٦,٣	٣٣,٢	٣٨,٩	١٨,٧
Linoleic	ك١٨ - ٢	٣,٦	٥,٢	٢,٦	٣,٨	٧,٦
Linolenic	ك١٨ - ٣	—	—	—	—	١٦,١
أكبر من ك ١٨		٠,٢	١,٩	—	—	٥,١
الاجمـــالى		٢٨,٩	٣٦,٤	٣٥,٨	٤٢,٧	٥٨,٧

المجموعة الثانية

مجموعة حمض اللوريك Lauric Acid Group

١ - زيت جوز الهند Coconut oil

خواص الزيت : -

١ - سائل عديم اللون الى أصفر الى بنى فاتح .

٢ - فى المناخ المتقلب يبدو دهنى القوام ومتبلور الى حدما أو فى شكل دهنى صلب أبيض اللون الى أصفر .

٣ - الزيت التجارى أو المكرر له رائحة نفاذة مميزة .

٤ - يحتوى على نسبة عالية من الاحماض الدهنية المنخفضة الوزن الجزيىء والتى يبينها ما يلى :

أ - رقم التصبن المرتفع .

ب - معامل الانكسار المنخفض .

جـ - درجة الانصهار المنخفضة والتى تتراوح ما بين ٢٤ - ٢٧°م (ليس كما هو الحال فى الزيوت العادية والتى فيها يرجع الانخفاض فى درجة الانصهار الى زيادة عدم التشبع) .

٥ - درجة الانصهار لزيت جوز الهند التام الهدرجة هى ٤٥,١° م .

٦ - تصل نسبة الاحماض الدهنية المشبعة فى الزيت الى ٩٠ ٪ والاحماض هى: -

اللوريك	(وهوالحمض الغالب)	درجة انصهاره	٤٤°م
الميريستيك		درجة انصهاره	٥٤°م
البالمتيك		درجة انصهاره	٦٣°م

ومن ثم يكون الفرق بين درجة الانصهار الاعلى والأدنى هو ١٩°م

٧ - الاحماض الدهنية المرتفعة الوزن الجزيىء هى : -

البالمتيك	درجة انصهاره	٦٣°م
الاستياريك	درجة انصهاره	٧٠°م
الأوليك	درجة انصهاره	١٦°م
اللينوليك	درجة انصهاره	-٧°م

ومن ثم يكون الفرق بين درجة الانصهار الاعلى والادنى هو ٧٧°م .

٨ - لأن درجة عدم تشبع الزيت منخفضة فانه يقاوم التحول الى التزنخ الى حد كبير .

٩ - يحتوى الزيت الخام على أحماض دهنية حرة تتراوح نسبتها ما بين ٣ - ٥ ٪ وإذا وجدت بكميات معقولة فى المنتج فانها تلاحظ بشدة لانها تتطاير بكفاءة وتنوب وتشارك فى اعطاء الرائحة والنكهة .

١٠ - الزيت العالى الرتبة يخلو بصورة كبيرة من : -

أ - الفوسفاتيدات

ب - الصموغ Gums

جـ - المواد الغير جلسريدية وهى المواد التى توجد بشكل عام فى الزيوت الناتجة من بذور النباتات .

١١ - عند خلط زيت جوز الهند مع الشحم الحيوانى أو مع الدهون العادية الاخرى فانه يمكن حساب نسبة زيت جوز الهند من رقم تصبن الخليط .

استخدام زيت جوز الهند في صناعة الصابون : -

١ - يذكر د . الفولى (رحمه الله) فى كتابه " صناعة الصابون " أن زيت جوز الهند يحتوى على أحماض دهنيـة منخفضـة الـوزن الجـزيء يذوب بعضها فى الماء (Caproic) بينما يذوب بعضها الآخر (صابون اللوريك) بشدة فى الماء اليسر والعسر ، كما أن صابون الكالسيوم لهذه الأحماض يذوب بسهولة فى الماء بخلاف صابون الأوليك والاستياريك ، لذلك يحتاج الى كميات مضاعفة من الملح عند فصل صابونها عن الماء .

٢ - وجد ماك كينى Mc Kinney وادوارد أن الصابون المصنوع من حمض الكابريليك واللوريك مرتفع التهيج للجلـد . أما صابون الأحمـاض الاعلى (حمض اللوريك والميريستيك والأوليك واللينوليك) يكون أقل تهيجا .

٣ - تتحسن الاحماض الدهنية لزيت جوز الهند بشكل معتدل بعد تقطيرها وازالة الاحماض الدهنية الأقل من ١٢ ذرة كربون .

٤ - يحتاج زيت جوز الهند عند تصبينه الى محاليل قلوية مركزة بخلاف دهن البقر ومعظم الدهون الأخرى .

٥ - استخدام هذا الزيت فى صابون التواليب المطحون عالى الرتبة بنسبة ١٦ - ٢٢ ٪ من اجمالى خليط الدهن يساعد على اكساب المظهر المصقول المطلوب فى قطع الصابون .

ولاحتوائه على نسبة عالية من حمض اللوريك فانه يعتبر المكون الرئيسى لصابون التواليت ولرقائق الصابون flacks ولحبات الصابون beads التى يتطلب منها جودة الترغية.

٦ - خواص صابون زيت جوز الهند هى : -

أ - أبيض اللون .

ب - شديد الصلابة ولايقطع بسهولة .

جـ - ثابت متماسك التكوين .

د - سريع الترغية quick - lathering ولكنها تتحطم بسرعة .

هـ - يقاوم الاكسدة بشدة .

و - صابونه يقبل الاضافات بكميات كبيرة بما فى ذلك الماء أو الماء الملحى دون أن يتأثر بذلك قوامه وصلابته وشكله .

والحصول على نوع جيد من الرغوة فانه يخلط مع دهن البقر لأن صابونة له رغوة مندمجة وأكثر استدامه .

٧ - يدخل زيت جوز الهند فى انتاج صابون البحر الذى يتطلب منه عند استخدامه فى المحلول الملحى أن يكون : -

أ - سهل الترغية .

ب - ثبات الرغوة .

جـ - لايترسب فى المحلول الملحى .

ثوابت زيت جوز الهند

م	الثوابت	AOCS	مقارنة بين زيت جوز الهند وأحماضه الدهنية CNO	CNFA
١	الكثافة النوعية عند (٩٩/١٥,٥°م)	٠,٨٦٩ – ٠,٨٧٤		
	عند (٦٠°م)	٠,٨٩٣		
	عند (٢٥/١٥,٥°م)	٠,٩١٧ – ٠,٩١٩		
٢	معامل الانكسار (٤٠°م)	١,٤٤٨ – ١,٤٥٠		
	(٦٠°م)	١,٤٤٤		
٣	درجة الانصهار	٢٣ – ٢٧		
٤	درجة التتر	٢٠ – ٢٤	–	٢٣,٣
٥	الرقم اليودى	٧,٥ – ١٠,٥	٩,٥	١٠,١
٦	رقم التصبن	٢٥٠ – ٢٦٤	٢٥٣	٢٦٨
٧	solidifing point	٥		
٨	setting point	٢١,٨ – ٢٣		
٩	رقم ريخيرت – ميسل	٦ – ٨		
١٠	رقم بولينسكى	١٥ – ١٨		
١١	المواد الغير قابلة للتصبن	٠,٥ حد أقصى		

CNO زيت جوز الهند

CNFA الاحماض الدهنية لزيت جوز الهند

١ – يحتوى لب جوز الهند الجاف copra على ٦٣ – ٦٨ ٪ زيت و ٤ – ٧ ٪ رطوبة بالرغم من وجود عينات مسحوبة تحتوى على ٧٤ ٪ زيت .

٢ – عندما يكون الرقم اليودى = ٨,٧ يكون مكافىء التصبن = ٢١٧,٩

٣ – عندما يكون الرقم اليودى = ١٦,٣ يكون مكافىء التصبن = ٢٣٠,٢

٤ – اضافة الزيت الناتج من قشرة الثمرة الى زيت جوز الهند يرفع الرقم اليودى الى ١١ – ١٤ ويقلل رقم التصبن الى ٢٤٨ – ٢٥٤ .

الاحماض الدهنية المكونة لزيت جوز الهند

التركيب	عدد ذرات الكربون	المدى	GLC
الاحماض الدهنية المشبعة :			
Caproic	ك٦	آثار – ٠,٨	٠,٦ – ١,٠٠
Caprylic	ك٨	٥,٤ – ٩	٨
Capric	ك١٠	٦ – ١٠	٦
Lauric	ك١٢	٤٤ – ٥٢	٤٧
Myristic	ك١٤	١٣ – ١٩	١٧ – ١٨
Palmitic	ك١٦	٨ – ١١	٩
Stearic	ك١٨	١ – ٣,٨	٢,٥ – ٣
Arachidic	ك٢٠	٠ – ٠,٤	–
الاجمالى		٩١ – ٩٢	٩٢
الاحماض الدهنية غير المشبعة :			
Palmitoleic	ك١٦ – ١	٠ – ١,٠	–
Oleic	ك١٨ – ١	٥ – ٨	٦ – ٩
Linoleic	ك١٨ – ٢	آثار – ٢,٥	٢
Linolenic	ك١٨ – ٣	٠,١	–
الاجمالى		٨ – ٩	٨

٢ - زيت نوي النخيل Palm Kernel Oil

خواص الزيت :

١ - زيت أبيض اللون أو أصفر أو بنى فاتح حسب نوع النواة .

٢ - له رائحة مقبولة .

خواص صابون نوي النخيل :

١ - صلب .

٢ - له رائحة قوية نفاذة .

٣ - يذوب بسهولة فى الماء .

٤ - له رغوة كثيرة جيدة وثابتة .

ثوابت زيت نوي النخيل

م	الثـــوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية		
	عند درجة ٩٩°م / ١٥,٥°م	٠,٨٦٠ - ٠,٨٧٣	
	٦٠°م		٠,٨٩٢
٢	معامل الانكسار عند ٤٠°م	١,٤٤٩ - ١,٤٥٢	
	٦٠°م		١,٤٤٣
٣	الرقم اليودى	١٤ - ٢٣	٢٤٠ - ٢٥٥
٤	رقم التصبن	٢٤٥ - ٢٥٥	٢٥٨
٥	رقم الحمض		
٦	رقم الانصهار	٢٤ - ٢٦	
٧	setting ponit	٢٠ - ٢٦	٥ - ٧
٨	رقم ريخيرت - ميسل		١٠ - ١٢
٩	رقم بولينسكى		٠,٥ - ١,٠
١٠	رقم كيرشنر		٢٠ - ٢٧
١١	التتر		٢١٦
١٢	متوسط الوزن الجزيىء		٠,٨ حد أقصى
١٣	المواد الغير قابلة للتصبن		

١ - تحتوى الانوية الجافة على نسبة ٤٤ - ٥٣ ٪ زيت .

٢ - رقمه اليودى أعلى قليلا من زيت جوز الهند بسبب زيادة ما يحتويه من الاحماض الدهنية الغير مشبعة عن زيت جوز الهند .

الاحماض الدهنية المكونة لزيت نوي النخيل

التركيب	عدد ذرات الكربون	المدى	G LC
الاحماض الدهنية المشبعة :			
Caproic	ك٦	أثار – ١,٥	
Caprylic	ك٨	٣ – ٦	٣
Capric	ك١٠	٣ – ٧	٤
Lauric	ك١٢	٤٠ – ٥٢	٤٨ – ٥١
Myristic	ك١٤	١٤ – ١٨	١٦ – ١٧
Palmitic	ك١٦	٧ – ٩	٨
Stearic	ك١٨	١ – ٣	٣
Arachidic	ك٢٠	أثار – ١	
الاجمالى		٨١ – ٨٥	
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
Palmitoleic	ك١٦ – ١	أثار – ١	
Oleic	ك١٨ – ١	١١ – ١٩	١٣ – ١٥
Linoleic	ك١٨ – ٢	٢ – ٤	٢
Linolenic	ك١٨ – ٣	١,٨	
	ك٢٠ – ٣	صفر – ٢,١	
الاجمالى		١٥ – ١٩	

٣ – زيت الباباسو Babassu Oil

ثوابت زيت الباباسو

م	الثوابت	المدى
١	الكثافة النوعية عند ٦٠°م	٠,٨٩٣
٢	معامل الانكسار عند ٦٠°م	١,٤٤٣
	عند ٢٥°م	١,٤٥٠٣-١,٤٤٩٤
٣	الرقم اليودى	١٨ – ١٤
٤	رقم التصبن	٢٥٠ – ٢٤٧
٥	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	٠,٥ – ٠,٢
٦	درجة الانصهار	٢٦ – ٢٢
٧	رقم ريخيرت – ميسل	٧ – ٥
٨	رقم بولينسكى	١٢ – ١٠
٩	التتر	٢٣ – ٢٢

الاحماض الدهنية المكونة لزيت الباباسو

التركيب	عدد ذرات الكربون	المدى	GLC
الاحماض الدهنية المشبعة			
Caproic	ك٦	آثار – ٠,٣	–
Caprylic	ك٨	٧,١ – ٣,٥	٦
Capric	ك١٠	٨,٣ – ٤,٥	٤
Lauric	ك١٢	٤٧,٣ – ٤٤,١	٤٥
Myristic	ك١٤	١٧,٥ – ١٤,٥	١٧
Palmitic	ك١٦	٩,٧ – ٥,٨	٩
Stearic	ك١٨	٥,٥ – ٢	٣
Arachidic	ك٢٠	٠,٧ – ٠,١	–
الاجمالى		٨٦,٧ – ٨٢,٥	٨٤
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
Palmitoleic	ك١٦ – ١	–	–
Oleic	ك١٨ – ١	١٦,١ – ١١,٩	١٣
Linoleic	ك١٨ – ٢	٢,٨ – ١,١	٣
Linolenic	ك١٨ – ٣	–	–
الاجمالى		١٧,٥ – ١٣,٣	١٦

٤ – زيت Tucum
٥ – زيت Murumuru
٦ – زيت Ouricuri
٧ – زيت Cohune

ثوابت الزيوت الأربعة

الثـــوابت	Tucum	Murumuru	Ouricuri	Cohune
١ الكثافة النوعية عند ٦٠°م	٠,٨٩٣	٠,٨٩٣	٠,٨٩٨	٠,٨٩٣
٢ معامل الانكسار عند ٦٠°م	١,٤٤٣	١,٤٤٥	١,٤٤٠	١,٤٤١
٣ الرقم اليودى	٩ – ١٤	١١	١٥	١٠ – ١٤
٤ رقم التصبن	٢٣٠ – ٢٥٠	٢٤٢	٢٥٥ – ٢٦٠	٢٥٠ – ٢٥٥
٥ المواد الغير قابلة للتصبن٪	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٤
٦ نقطة الانصهار	٣٠	٣٢	١٨	٢٤
٧ رقم ريخيرت – ميسل	٤	٣	٦	٧
٨ رقم بولينسكى	٦	–	١٨	١٤
٩ رقم التتر	٢٧	–	٢٠ – ٢٥	١٩ – ٢١

الاحماض الدهنية المكونة للزيوت

التركيب	عدد ذرات الكربون	Tucun	Murumuru	Ouricuri	Cohune
الاحماض الدهنية المشبعة :					
Caproic	ك٦	–	–	١,٨	–
Caprylic	ك٨	١,٣	١,١	٩,٨	٧,٥
Capric	ك١٠	٤,٤	١,٦	٨,٢	٦,٥
Lauric	ك١٢	٤٨,٩	٤٢,٥	٤٥,٨	٤٦
Myristic	ك١٤	٢١,٦	٣٦,٩	٩	١٦
Palmitic	ك١٦	٦,٤	٤,٦	٧,٧	٩,٥
Stearic	ك١٨	١,٧	٢,١	٢,٣	٣
Arachidic	ك٢٠	–	–	٠,١	–
الاجمالى		٨٤,٣	٨٨,٨	٨٤,٧	٨٩,٢
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :					
Oleic	ك١٨ – ١	١٣,٢	١٠,٨	١٣,١	١٠
Linoleic	ك١٨ – ٢	٢,٥	٠,٤	٢,٢	١
الاجمالى		١٥,٧	١١,٢	١٥,٣	١٠,٨

المجموعة الثالثة

مجموعة الزبد النباتي Vegetable Butter Group

١ – زبـد الكاكاو Cocoa (cacao) Butter

٢ – زبـد شـــي Shea Butter

٣ – زبد نوتمـــج Nutmeg Butter

٤ – زبد يوكاهويا Ucuhuba Butter

ثوابت الزبد الأربعة

الثـــوابت	زبد الكاكاو	Shea Butter	Nutmeg-Butter	Ucuhuba - Butter
	AOCS	المراجع	المراجع	المراجع
١ الكثافة النوعية عند ٩٩°م / ١٥,٥°م	٠,٨٥٦–٠,٨٦٤			
٢ معامل الانكسار عند ٤٠°م	١,٤٥٣–١,٤٥٨			١,٤٥٠٢ (٥٠°م)
٣ الرقم اليودى	٣٥ – ٤٠	٥٣ – ٦٥	٣٣ – ٦٥	١٠ – ١٨
٤ درجة الانصهار	٢٨ – ٣٦	٣٢ – ٤٥	٣٨ – ٥١	٤٣ – ٥١
٥ التتر	٤٥ – ٥٠	٤٩ – ٥٤		
٦ رقم التصبن	١٩٠ – ٢٠٠	١٧٨ – ١٩٠	١٥٤ – ١٩٠	٢١٩ – ٢٣٠
٧ رقم الحمض	١ – ٤		١٠ – ٢٥	٨ – ٣٠
٨ المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١ حد أقصى	٣ – ١٠	٨ – ١٨	١ – ٣
٩ محتوى النواة من الدهن ٪	٥٠ – ٥٥	٤٥ – ٥٥	٢٥ – ٣٠	٦٥

يتكسر زبد الكاكاو عند درجات الحرارة الاقل من ٢٧م° – وتصبح رخوة وتنصهر عند درجات الحرارة الأعلى قليلا من هذه الدرجة .

الاحماض الدهنية المكونة

التركيب		عدد ذرات الكربون	زبد الكاكاو		Shea Butter	Nutmeg Butter	Ucuhuba Butter
			المراجع	GLC			
الاحماض الدهنية المشبعة :							
	Capric	ك١٠	–	–			٠,٥
	Lauric	ك١٢	–	–		١,٥	١٤,٨ – ١٢,٦
	Myristic	ك١٤	–	–		٧٦,٦	٧٢,٥ – ٦٣,٢
	Palmitic	ك١٦	٢٤,٤	٢٦	٥,٧	١٠,١	٨,٥ – ٤,٩
	Stearic	ك١٨	٣٥,٤	٣٤	٤١		١,٥
	Arachidic	ك٢٠	–	١	–		
الاجمالى			٥٩,٨		٤٦,٧		
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :							
	Oleic	ك١٨ – ١	٣٨,١	٣٤	٤٩	١٠,٥	٧,٣ – ٦,٣
	Linoleic	ك١٨ – ٢	٢,١	٣	٤,٣	١,٣	٣
الاجمالى			٤٠,٢		٥٣,٣		

٥ – دهن موراة — Mowrah Fat

٦ – شحم بورينو (الزبد الأخضر) — Borneo Tallow (Green Butter)

٧ – الشحم النباتي الصيني — Chinese Vegatable Tallow

م	الثوابت	دهن موراه	شحم بورينو	الشحم النباتى الصينى
١	معامل الانكسار عند ٤٠ °م			١,٤٥٧ – ١,٤٥٥
٢	الرقم اليودى	٧٠ – ٥٣	٣٣,٢	٢٩ – ١٦
٣	رقم التصبن	٢٠٠ – ١٨٨		٢١٨ – ٢٠٠
٤	درجة الانصهار			٥٥ – ٤٨
٥	التتر			٥٣ – ٤٥
٦	المواد الغير قابلة للتصبن	٣ – ١		١,٣ – ٠,٥
٧	تحتوى النواة على دهن ٪	٦٠ – ٥٠		٣٣ – ٢٧

الاحماض الدهنية المكونة

التركيب	عدد ذرات الكربون	دهن موراه	شحم بورينو	الشحم النباتى الصينى
الاحماض الدهنية المشبعة				
Lauric	ك ١٢			٢,٥ – ٢
Myristic	ك ١٤			٣,٧ – ٠,٥
Palmitic	ك ١٦	٢٣,٧	١٨	٧٢ – ٥٨
Stearic	ك ١٨	١٩,٣	٤٣,٣	٧,٦ – ١,٢
Arachidic	ك ٢٠	–	١,١	–
الاجمالى		٤٣	٦٢,٤	–
الاحماض الدهنية الغير مشبعة				
Oleic	ك ١٨-١	٤٣,٣	٣٧,٤	٣٥ – ٢٠
Linoleic	ك ١٨-٢	١٣,٧	٠,٢	١,٦ – ٠
الاجمالى		٥٧	٣٧,٦	

المجموعة الرابع

مجموعة الدهن الحيواني Animal Fat Group

١ – دهن الخنزير (Lard (pork , hogs

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية عند درجة حرارة ٩٩°م / ١٥,٥°م	٠,٨٥٨ – ٠,٨٦٤	٠.٩٣١ – ٠.٩٣٨ (١٥°م)
٢	معامل الانكسار عند ٢٥°م	–	١,٤٥٩ – ١,٤٦١
٣	الرقم اليودى	٤٦ – ٧٠	٥٣ – ٧٧
٤	رقم التصبن	١٩٥ – ٢٠٢	١٩٠ – ٢٠٢
٥	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١ (حد أقصى)	
٦	التتر	٣٦ – ٤٢	٣٢ – ٤٣
٧	احماض دهنية حرة	١ (حد أقصى)	
٨	مكافىء التصبن	–	٢٨٦
٩	نقطة الانصهار	–	٣٦ – ٤٩
١٠	الوزن الجزيىء	–	٢٧٨
١١	رقم البيروكسيد ملليمكافىء	٥ (حد أقصى)	

خواص شحم الخنزير :

١ – لونه أبيض ناعم الملمس :

٢ – ضعيف الرائحة وتكاد تكون معدومة .

٣ – صابونه :

أ – أبيض اللون .

ب – رغوته وفيرة وجيدة وثابتة .

جـ – عديم الرائحة .

د – غير قابل للتزنخ .

الاحماض الدهنية المكونة لشحم الخنزير

التركيب	عدد ذرات الكربون	شحم الخنزير	
		المراجع	GLC
الاحماض الدهنية المشبعة :			
Lauric	ك$_{١٢}$	٠,٣	–
Myristic	ك$_{١٤}$	١ – ٤	٢ – ٣
Pentadecanoic	ك$_{١٥}$	٠,١	–
Palmitic	ك$_{١٦}$	٢٠ – ٢٨	٢٤ – ٢٦
Margaric	ك$_{١٧}$	٠,٥ – ١,٥	–
Stearic	ك$_{١٨}$	٥ – ١٧	١٤ – ١٨
Arachidic	ك$_{٢٠}$	٠,٢ – ١	
الاجمالى		٣٦ – ٤٥	٤٢ – ٤٥
الاحماض الدهنية غير المشبعة :			
Myristoleic	ك$_{١٤-١}$	٠,٣	
Palmitoleic	ك$_{١٦-١}$	٣ – ٤	٣
Heptadecenoic	ك$_{١٧-١}$	٠,٣	
Oleic	ك$_{١٨-١}$	٤١ – ٥١	٤٢ – ٤٤
Linoleic	ك$_{١٨-٢}$	٢ – ١٥	٩ – ١٠
Linolenic	ك$_{١٨-٣}$	أثار – ١,٠	
Arachidonic	ك$_{٢٠-١}$	٠,٣ – ١	١
ك$_{٢٠-٢٢}$ غير مشبع		٢,١	
الاجمالى		٥٨,٥ – ٦٤	٥٤ – ٥٨

٢ - الدهن الحيواني [١] Tallow

وهو الدهن الذى له درجة تتر أعلى من ٤٠° م ويحصل عليه من الماشية cattle عند سلى دهونها بالبخار وتسمى هذه العملية " السلى بالبخار Steam - rendering " فينصهر الدهن ويطفو على سطح الماء ويسهل كشطه .

وهذا النوع من الدهن يعتبر المادة الرئيسية المستخدمة فى صناعة الصابون وتدخل بنسبة ٨٠٪ من مجموع خليط الدهون المستخدمة .

ويسهل تصنيعه الى صابون تواليت صلب متماسك أبيض جذاب ، ويحتفظ هذا الصابون بخواص جيدة فهو : -

أ - مادة منظفة فعالية .

ب - قوة تاثيرة فى الغسيل عظيمة .

جـ - بطىء فى تكوين الرغوة .

د - رغوته ضعيفة .

ولذلك فان استعماله اقتصادى ، ولتحسين صفات الذوبان والرغوة يخلط هذا الدهن مع زيت جوز الهند ويستخدم هذا الدهن بصورة منفردة فى صناعة رقائق الصابون chips التى تدخل فى صناعة صابون الغسيل التجارى الذى يستخدم عند درجات حرارة الغسيل العالية نسبيا .

ويوجد ثلاثة تصنيفات لتقسيم شحم البقر Tallow الى بعض الرتب حسب اللون والتتر والأحماض الدهنية الحرة والرطوبة والشوائب والمواد الغير قابلة للتصبن .

(١) Grease هو الدهن الذى له درجة تتر أقل من ٤٠°م
Tallow هو الدهن الذى له درجة تتر أكبر من ٤٠°م وينقسم الى : -
أ - شحم البقر Beef Tallow
ب - شحم الضان Mutten Tallow

يرمز للرطوبة Moisture

والشوائب Impurities

والمواد الغير قابلة للتصبن unsaponifiable mutter

بالأحرف (M I U)

التصنيف الأول " Bailey "

MIU% حد أقصى	FAC اللون حد أقصى	FFA % (حد أقصى)	التتر (حد أدنى)	Grade الرتبة
١	٥	١	٤١,٥	Edible ١
١	٧	٤	٤١,٥	Fancy ٢
١	٩	٥	٤١	Choice ٣
١	١٣ أو B١١	٦	٤٠,٥	Prime or Extra ٤
٢	١٩ أو C١١	١٠	٤٠,٥	Special ٥
٢	٣٣	١٥	٤٠	No. 1 ٦
٢	لاشيء	٣٥	٤٠	No.2 ٧
٢	٣٩	٢٠	٤٠	No.3 ٨
٢	لاشيء	٥٠	٤٠	Naphtha Extracted - Bone ٩

F F A = الاحماض الدهنية الحرة

F A C = اختصار لكلمة لجنة تحليل الدهن

R & B = مكرر ومبيض

M I U = رطوبة وشوائب ومواد غير قابلة للتصبن

التصنيف الثاني

تصنيف اتحاد الدهون والزيوت الأمريكي

م	الرتبة	التتر م°	FFA (حد أقصى)	اللون FAC	R . B (حد أقصى)	MIU (حد أقصى)
١	Top White Tallow	٤١	٢	٥	٠,٥	١
٢	Extra Fancy Tallow	٤٢	٢	٥	لاشيء	١
٣	All Beef Packer Tallow	٤٢	٢	لاشيء	٠,٥	١
٤	Industrial Extra Fancy Tallow	٤١	٣	٥	لاشيء	١
٥	Fancy Tallow	٤٠,٥	٤	٧	لاشيء	١
٦	Bleachable Fancy Tallow	٤٠,٥	٤	لاشيء	١,٥	١
٧	Prime Tallow	٤٠,٥	٦	B ١١ - ١٣	لاشيء	١
٨	Special Tallow	٤٠,٥	١٠	C١١ - ١٩	لاشيء	١
٩	No. 1 Tallow	٤٠,٥	١٥	٣٣	لاشيء	٢
١٠	No. 2 Tallow	٤٠	٣٥	لاشيء	لاشيء	٢
١١	Intermediate Special Tallow	٣٩	١٠	٢١	لاشيء	١
١٢	"A" Tallow	٣٩	١٥	٣٩	لاشيء	٢
١٣	Choice Withe Grease	٣٦	٤	B١١- ١٣	لاشيء	١
١٤	Yellow Grease	٣٦	١٥	٣٧	لاشيء	٢

رتب الدهون الغذائية يجب أن تدخل فى الحدود الكيميائية والصناعية المسموح بها والتى تقرها مصلحة كاليفورنيا للغذاء والزراعة .

التصنيف الثالث

تصنيف جمعية صناع الصابون البريطانية

م	الرتبة	FFA% (حد اقصى)	لون أحمر للزيت المبيض (حد أقصى)	رطوبة وشوائب (حد اقصى)	مواد غير قابلة للتصبن (حد اقصى)	التتر (حد ادنى)	الرقم اليودى (حد اقصى)
١	Tallow 1	٣	٠,٥ خلية ٥ ١/٤ بوصه	٠,٥	٠,٥	٤٠	٥٧
٢	Tallow 2	٥	١ خليه ٥ ١/٤ بوصه	١,٠٠	١,٠٠	٤٠	٥٧
٣	Tallow 3	٨	٣خلية ٥ ١/٤ بوصه	١,٠٠	١,٠٠	٤٠	٥٧
٤	Tallow 4	١٢	٤خلية ١ بوصه	١,٠٠	١,٥	٤٠	٦٠
٥	Tallow 5	١٥	١٢ خلية ١ بوصه	١,٠٠	١,٥	٤٠	٦٠
٦	Tallow 6	٢٠	لاتوجد حدود	١,٠٠	٢,٠٠	٤٠	٦٠
٧	Grease	٢٠	—	٢,٠٠	٢,٠٠	٣٦-٤٠	٦٣

أ – دهن البقر Beef Tallow

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة عند ٩٩ / ١٥,٥ °م	٠,٨٦ – ٠,٨٧	٠,٩٤٣ – ٠,٩٥٣ (١٥ °م)
٢	معامل الانكسار عند ٢٠ °م		١,٤٥٥ – ١,٤٥٨
٣	الرقم اليودى	٣٥ – ٤٨	٣٤ – ٦٠
٤	مكافىء التصبن		٢٨٤,٢ – ٢٨٦,٤
٥	رقم التصبن	١٩٣ – ٢٠٢	١٩٠ – ٢٠٦
٦	رقم الحمض		٢٠٥
٧	درجة الانصهار		٤٠ – ٤٨
٨	التتر	٤٠ – ٤٦	٤٠ – ٤٧
٩	الوزن الجزيىء الاساسى للاحماض الدهنية		٢٧٢
١٠	مواد غير قابلة للتصبن	٠,٨ (حد أقصى)	

الاحماض الدهنية المكونة لشحم البقر

التركيب	عدد ذرات الكربون	المدى	الشحم الحيوانى الغذائى	GLC
الاحماض الدهنية المشبعة :				
Lauric	ك ١٢	آثار – ٠,٥		–
Myristic	ك ١٤	٢ – ٨	٣,١	٣
Pentadecanoic	ك ١٥	٠,٥ – ١,٠٠		
Palmitic	ك ١٦	٢٤ – ٣٧	٢٩,١	٢٤ – ٢٦
Margaric	ك ١٧	٠,٤ – ١,٥	٠,٤	
Stearic	ك ١٨	١٤ – ١٩	١٨,٩	١٧–١٩
Arachidic	ك ٢٠	آثار–١,٢		آثـــار
الاجمـــالى		٤٨ – ٧٢		٤٦
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :				
Myristoleic	ك ١٤-١	٠,٤–٠,٦	٠,٤	١
Palmitoleic	ك ١٦-١	١,٩ – ٤,٥	٣,٤	٤ – ٦
Hexadecadienoic	ك ١٦-٢	٠,٥		
Heptadecenoic	ك ١٧-١	٠,٥	٠,٤	
Oleic	ك ١٨-١	٣٨ – ٥٠	٤٤	٤٣
Linoleic	ك ١٨-٢	١ – ٥	٠,٣	٣ – ٤
Linolenic	ك ١٨-٣	٠,٤ – ١,٠٠		١
ك ٢٠-٢٢ الغير مشبعة		٠,٥		
الاجمـــالى		٤٤ – ٥٢		٥٤

شحم الضأن Mutton Tallow

م	الثـــــوابت	شحم الضأن Mutton Tallow	شحم الماعز Goat Tallow
١	الكثافة النوعية عند ١٥°م	٠,٩٣٧ - ٠,٩٥٣	
٢	معامل الانكسار عند ٤٠°م	١,٤٥٥ - ١,٤٥٨	
٣	درجة الانصهار	٤٤ - ٥١	
٤	التتر	٤١ - ٤٩	٤٦,٢
٥	الرقم اليودى	٣٥ - ٤٦	٣٣,٥
٦	رقم التصبن	١٩٠ - ١٩٨	١٩٩
٧	مكافىء التصبن	-٢٨٥,٤	٢٨٢
٨	مواد غير قابلة للتصبن	٠,٣	٠,١٨
٩	الوزن الجزىء الاساسى للاحماض الدهنية	٢٧٦,١	

الاحماض الدهنية المكونة لشحم الضأن

التركيب	عدد ذرات الكربون	شحم الضأن	شحم الماعز
الاحماض الدهنية المشبعة			
Lauric	ك ١٢	٣ - ٤	٣,٥
Myristic	ك ١٤	١ - ٤,٦	٢,١
Palmitic	ك ١٦	٢١ - ٢٦	٢٥,٥
Margaric	ك ١٧	٢,٣	–
Stearic	ك ١٨	٢٣ - ٣٠	٢٨,١
Arachidic	ك ٢٠	١,٤ - ٣	٢,٤
الاجمـــالى		٦٠	٦١,٦
الاحماض الدهنية الغير مشبعة:			
Palmitoleic	ك ١٦ - ١	١,١	–
Heptadecenoic	ك ١٧ - ١	٠,٤	
Oleic	ك ١٨ - ١	٣٥ - ٤٣	٣٨,٤
Linoleic	ك ١٨ - ٢	٢,٦ - ٥	
الاجمـــالى		٤٠	٣٨,٤

شحم الحيوانات الصغيرة Greases

وهو ثانى المواد الخام الأكثر أهمية فى صناعة الصابون ويلى دهن البقر ، ويماثل دهن الخنزير تماما ويحصل عليه من الحيوانات الاليفة الصغيرة ويتم الحصول عليه بطريقة السلى بالبخار أو الاستخلاص بالمذيب .

ونادرا مايستخدم منفردا فى صناعة الصابون دون خلطه مع الدهون الأخرى . وفى بعض الحالات يخضع للتشقق بهدف الحصول على أحماضه الدهنية الناتجة لاستخدامها فى صناعة الصابون بدلا من الشحم ذاته .

وهذا النوع من الشحم أعلى فى رقمه اليودى ولهذا يكون صابونه أكثر طراوة وإذا أخضع هذا الشحم للهدرجة الخفيفة كان أكثر تشابها بدهن البقر ، ويمكن تبييض الرتب القاتمة منه .

خواص الصابون الناتج منه : –

١ – أبيض اللون .

٢ – صلب

٣ – قليل الذوبان فى الماء .

٤ – رغوته مكتنزه ضعيفة ثابتة .

٥ – قوة تأثيره فى الغسيل عظيمة جدا .

٦ – اقتصادى في استعماله .

ويقسم هذا الدهن الى عدة رتب حسب اللون والتتر والاحماض الدهنية الحرة والرطوبة والشوائب والمواد الغير قابلة للتصبن .

رتب شحم الحيوانات الصغيرة Greases

م	الرتبـــــــة	التتـــــر (حد أدنى)	F F A% (حد أقصى)	FAC اللون (حد أقصى)	MIU % (حد أقصى)
١	Edible	٤١,٥	١	٥	١
٢	Fancy	٤١,٥	٤	٧	١
٣	Choice	٤١	٥	٩	١
٤	Prime or Extra	٤٠,٥	٦	١٣ أو ١١ B	١
٥	Special	٤٠,٥	١٠	١٩ أو ١١ C	٢
٦	No. 1	٤٠	١٥	٣٣	٢
٧	No. 2	٤٠	٣٥	لاشىء	٢
٨	No. 3	٤٠	٢٠	٣٩	٢
٩	Naphtha Extracted Bone.	٤٠	٥٠	لاشىء	٢

ثوابت شحم الحيوانات الصغيرة وشحم العظم [1]

م	الثـــوابت	Yellow Grease	Bone Grease
١	الكثافة النوعية عند ١٥°م	–	٠,٩٢٥
٢	معامل الانكسار عند ٤٠°م	–	١,٤٥٩–١,٤٥٥٣
٣	الرقم اليودى	–	٧٠ – ٤٤
٤	التتر	–	٤٢ – ٣٦
٥	درجة الانصهار	–	٤٥ – ٢١
٦	رقم التصبن	–	٢٠٠ – ١٨٥
٧	الوزن الجزيىء " الاساسى للاحماض الدهنية	–	٢٨٠,٥

(١) شحم العظم : –
يستخلص من العظم الحديث ويجب تكريره قبل استخدامه وله رائحة خاصة ليست ذكية وخاصة اذا تزنخ ويخلط مع الشحوم الأخرى أو مع القلفونية .

خواص صابونه :

١ – صلب .
٢ – غير ناصع البياض (بنى فاتح)
٣ – ذو رائحة مميزة .

الاحماض الدهنية المكونة لشحوم الحيوانات الصغيرة وشحم العظم

التركيب		عدد ذرات الكربون	Yellow Grease	Bone Grease
الاحماض الدهنية المشبعة :				
	Myristic	ك ١٤	٢,٥	٢ – ٣
	Palmitic	ك ١٦	٢٦,٢	٣٠ – ٣٥
	Margaric	ك ١٧	٠,٣	–
	Stearic	ك ١٨	١٨,٣	١٥ – ١٦
الاجمالى				
الاحماض الدهنية غير المشبعة :				
	Myristoleic	ك ١٤ – ١	٠,٣	٠,٥ – ١,٠
	Palmitoleic	ك ١٦ – ١	٣,٢	٢,٥ – ٣,٥
	Oleic	ك ١٨ – ١	٤٥,٢	٤٠ – ٤٥
	Linoleic	ك ١٨ – ٢	٣,٦	٢ – ٣
الاجمالى				

جـ - Neats Foot Oil

يستخرج من أقدام الماشية

م	الثوابت	AOCS
١	الكثافة النوعية عند ٢٥°م / ٢٥°م	٠,٩٠٧ - ٠,٩١٢
٢	معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٤٦٤ - ١,٤٦٥
٣	الرقم اليودى	٦٦ - ٧٦
٤	التتر	٢٠ - ٣٠
٥	رقم التصبن	١٩٠ - ١٩٩
٦	المواد الغير قابلة للتصبن	١ (حد أقصى)
٧	مكافىء التصبن	٢٨٦,٣

الاحماض الدهنية المكونة

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع
الاحماض الدهنية المشبعة :		
Myristic	ك$_{١٤}$	٠,٧ – ١,٦
Palmitic	ك$_{١٦}$	١٦,٩ – ٢٥,٣
Stearic	ك$_{١٨}$	٢,٧ – ٦,٤
Arachidic	ك$_{٢٠}$	آثار – ١,٦
الاجمالى		
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :		
Myristoleic	ك$_{١٤ - ١}$	٠,٦ – ١,٢
Palmitoleic	ك$_{١٦ - ١}$	٣,١ – ٩,٤
Oleic	ك$_{١٨ - ١}$	٤٨,٣ – ٦٧,٤
Linoleic	ك$_{١٨ - ٢}$	٢,٣ – ١٢,١
Linolenic	ك$_{١٨ - ٣}$	آثار – ٠,٧
ك$_{٢٠}$ – ك$_{٢٢}$ غير مشبعة		٠,٥ – ١,٦
Clupanodonic	ك$_{٢٢ - ٥}$	١,٦

دهن الحصان
دهن صوف الغنم (اللانولين)

التركيب	عدد ذرات الكربون	دهن الحصان	اللانولين
Palmitic	ك١٦	٢٨,٥	٥
Stearic	ك١٨	٦,٨	٣,٥
Oleic	ك١٨ - ١	٥٥,٢	٥
Linoleic	ك١٨ - ٢	٦,٧	٦١,٥
Linolenic	ك١٨ - ٣	١,٧	٢٥

الطيور الداجنة Poultry

التركيب / الثوابت	عدد ذرات الكربون	المراجع
الرقم اليودى		٨٥ – ٩٥
رقم التصبن		١٩٠ – ١٩٥
التتر		٣١ – ٣٥
Lauric	ك١٢	٠,٥
Myristic	ك١٤	١,٥
Palmitic	ك١٦	٢٢,٥
Stearic	ك١٨	٥,٥
الاجمالى		٣٠
Myristoleic		١,٥
Palmitoleic		٨,٥
Oleic		٤٠
Linoleic		١٩
Linotenic		١
الاجمالى		٧٠

المجموعة الخامسة
مجموعة حمضي الأوليك واللينوليك
Oleic-Linoleic Acid Group

١ - زيت بذرة القطن Cotton Seed Oil

أ - تحتوى البذور seeds على زيت يتراوح بين ١٥ - ٢٥ ٪ ، بينما يحتوى اللب kernel على زيت يتراوح ما بين ٣٠ - ٣٨ ٪ .

ب - الزيت الخام لونه أخضر قاتم ولايصلح للاستخدام بسبب الكمية غير العادية الى حد ما والمتنوعة التى يحتويها من المواد الغير زيتية ومن المواد غير الجلسريدية وهى : -

١ - المواد الملونة (أساسا الجوسيبول Gossypol)
٢ - Phospholipides
٣ - Carbohydrates
٤ - Resins
٥ - Phosphoinositides
٦ - Sterols
٧ - Related Pigments
٨ - أحماض دهنية حرة ٢٪ أو أكثر .

جـ - الزيت المكرر لونه أصفر فاتح أو عديم اللون تقريبا ويحتوى على ليسيثينات سيفالين Lecithins - cephalins

د - يحتوى زيت بذرة القطن على أحماض دهنية مشبعة (٢١ - ٢٥ ٪) أكثر من أغلب الزيوت المكافئة له فى الرقم اليودى ومن ثم تكون درجة التتر أعلى .

هـ - يتجمد الزيت جزئيا عند تخزينه عند درجة حرارة أقل من ١٠ - ١٦ °م .

و - يمكن معرفة زيت بذرة القطن بسهولة اذا خلط مع الزيوت الأخرى حتى لو كان

بكمية صغيرة بتفاعل لون هالفن Halphen test ، وعلى كل حال فان تفاعل هالفن يدمر بالهدرجة .

ز - يتصبن الزيت الخام بسهولة أكبر من الزيت المكرر بسبب احتوائه على أحماض دهنية حرة ، أما الزيت المكرر فمتعادل والزيت المكرر وحده يتصبن بصعوبة حتى مع المحاليل القلوية القوية ، ولكن يتصبن بسهولة اذا خلط مع الدهون سهلة التصبن .

خواص الصابون (غير مقبولة) : -

أ - يصعب فصله بالملح ولايخرج الماء الزائد فيه حتى مع الاضافة الكبيرة من الملح، لذلك يستعمل مختلطا مع الزيوت الأخرى .

ب - بتأثر بالمواد المؤكسدة بمرور الزمن ويصبح كريه الرائحة .

جـ - الصابون الحديث أبيض اللون الا أنه بعد الجفاف يتحول الى الأصفر أو مبقعا ببقع صفراء .

د - رخو .

هـ - صعب الذوبان فى الماء .

ز - رغوته غير ثابتة وليست جيدة .

يستخدم هذا الزيت بكثرة فى صناعة الصابون الرخو الناعم الأصفر والأبيض فى فصل الصيف ، ونظرا لاحتوائه على كمية كبيرة من حمض البالمتيك ٢٠ - ٢٥ ٪ فلا يمكن استخدامه فى الشتاء لصناعة الصابون الرخو والشفاف الناعم لسهولة تعكيره .

أما بالنسبة للصابون ذو اللمعان الفضى وهو ما يسمى بالصابون الفضى فيجب تبييضه أولا .

ثوابت زيت بذرة القطن

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية ٢٥ / ٢٥°م	٠,٩١٦ – ٠,٩١٨	٠,٩٢ – ٠,٩٣ (١٥°م)
٢	معامل الانكسار ٢٥°م	١,٤٦٨ – ١,٤٧٢	١,٤٦٢٦ – ١,٤٦٤٢ (٥٠°م)
٣	الرقم اليودى	٩٩ – ١١٣	٩٠ – ١١٧
٤	درجة الانصهار	–	(–) ٢ : ٣
٥	التتر	٣٠ – ٣٧	٣٢ – ٣٨
٦	رقم التصبن	١٨٩ – ١٩٨	١٨٨ – ٢٠٠
٧	رقم الاستيل	–	٩,٧ – ١٢,٢
٨	رقم ريخيرت – ميسل	–	٠,٤ – ٢
٩	رقم بولينسكى	–	٠,٢ – ٠,٥٣
١٠	نقطة التغبش °م	–	٠,٦ – ٣,٣
١١	نقطة الانسكاب °م	–	(–) ١°م :(–) ٤°م
١٢	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٥ حد أقصى	–
١٣	اختبار هالفن	موجب	
١٤	الاحماض الدهنية الحرة	٠,٢٥ حد أقصى	
١٥	الوزن الجزيىء للاحماض الدهنية		٢٦٩,٧ – ٢٧٧,٧

الاحماض الدهنية المكونة لزيت بذرة القطن

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC	
الاحماض الدهنية المشبعة:				
Myristic	ك$_{١٤}$	٠,٥ – ١,٥	١	١
Palmitic	ك$_{١٦}$	٢٠ – ٢٥	٢٢	٢٩
Stearic	ك$_{١٨}$	١ – ٣	٣	٤
Arachidic	ك$_{٢٠}$	٠,٢ – ١,٥		آثار
Behenic	ك$_{٢٢}$	٠,٢		
الاجمالى		٢٤ – ٢٧,٦		
الاحماض الدهنية غير المشبعة :				
Myristoleic	ك$_{١٤}$ - ١	٠,١		آثار
Palmitoleic	ك$_{١٦}$ - ١	٠,٧ – ٢	١	٢
Oleic	ك$_{١٨}$ - ١	١٧,١ – ٢٩	١٩	٢٤
Linoleic	ك$_{١٨}$ - ٢	٤٢ – ٥٤	٥٤	٤٢
Linolenic	ك$_{١٨}$ - ٣	٠,١ – ١	١	
الاجمالى				

٢ - زيت الفول السوداني

Peanut Oil
Groundnut Oil
Earthnut Oil
Arachis Oil

١ - لون الزيت الخام أصفر محمر قاتم وأحيانا بنى .

٢ - لون الزيت المكرر أصفر دهبى وله رائحة ضعيفة مقبولة وهو من الزيوت الغير جافة .

خواص الصابون : -

- اللون أصفر قاتم
- متوسط الصلابة
- يذوب بصعوبة فى الماء
- ردىء الرغوة .

استخدامات الزيت في صناعة الصابون : -

- يفضل فى صناعة الصابون بالطريقة الباردة .
- يستخدم لتصنيع الصابون الرخو المسمى بالصابون الفضى Silver Soap
- يستخدم لتصنيع الصابون الرخو بالطريقة النصف ساخنة والصابون الحبيبى ، ولايقل تركيز القلوى المستخدم لتصبينة عن ١٨° بومى وهو يشبه زيت بذرة القطن فى بعض الحالات الا أن صابونه لايضهر البقع الصفراء .
- ولانتاج صابون جيد تستخدم الخلطات التالية : -

الدهن	تركيبه ١	تركيبه ٢	تركيبه ٣
زيت فول السودانى	٤٠٪	٣٠٪	٣٠٪
زيت نوى نخيل	٦٠٪	٧٠٪	–
زيت جوز الهند	–	–	٧٠٪

وتستخدم التركيبه رقم ١ ، ٢ فى الطريقة نصف الساخنة للحصول على صابون شمعى جميل محبب خالى من العيوب .

وتستخدم التركيبه رقم ٣ للحصول على صابون متفوق فى مظهرة عن الصابون الذى يستخدم فيه دهن البقر بدلا من زيت الفول السودانى ويكون تركيز محلول القلوى ٣٦° بومى .

يدخل الزيت فى صناعة صابون التواليت .

ثوابت زيت الفول السوداني

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية ٢٥ / ٢٥°م	٠,٩١٠ – ٠,٩١٥	٠,٨٨٨ (٦٠°م)
٢	معامل الانكسار ٢٥°م	١,٤٦٧ – ١,٤٧	١,٤٥٥٨ (٦٠°م)
٣	الرقم اليودى	٨٤ – ١٠٠	–
٤	نقطة الانصهار	–	١٣
٥	التتر	٢٦ – ٣٢	–
٦	درجة التغبش	–	١,٩
٧	رقم التصبن	١٨٨ – ١٩٥	–
٨	المواد الغير قابلة للتصبن	١ (حد أقصى)	١,٤
٩	الوزن الجزيىء للاحماض الدهنية	–	٢٧٨,٢

- يحتوى اللب Kernels ٤٥ - ٥٥ ٪ زيت .
- خالى نسبيا من الفوسفاتيدات والمكونات الغير زيتية .

الاحماض الدهنية المكونة لزيت فول السوداني

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC	
الاحماض الدهنية المشبعة:				
Myristic	ك١٤	آثار - ١	آثار	
Palmitic	ك١٦	٦ - ١١	٦	١١
Stearic	ك١٨	٢ - ٦,٣	٥	٢
Arachidic	ك٢٠	٢ - ٧,١	٢	١
Behenic	ك٢٢	١ - ٣	٣	٤ - ٥
Lignoceric	ك٢٤	١ - ٣	١	٤ - ٥
الاجمالى			١٧	١٨-١٩
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :				
Palmitoleic	ك١٦ - ١	آثار - ١,٧	آثار	
Oleic	ك١٨ - ١	٥١ - ٧١	٦١	٤٨
Linoleic	ك١٨ - ٢	١٣ - ٣١	٢٢	٣٢
Gadoleic	ك٢٠ - ١	١ - ١,٥	-	٢
الاجمالى			٨٣	٨٢

٣ - زيت الزيتون Olive Oil

١ - تحتوى الثمرة على ٣٥ - ٧٠٪ زيت .

٢ - يحتوى اللب pulp على أكثر من ٧٥٪ زيت .

٣ - القطفه الأولى من الزيت الناتجة بطريقة الضغط pressing هى أعلى رتبة ويسمى " بكر " "virgin " وباقى القطفات التالية فهى أقل رتبة . أما الزيت المتبقى من آخر استخلاص وقد يتم باستخدام المذيب فانه يسمى زيت زيتون كبريت sulfur olive أو olive foot الاسم الأول يرجع الى أن المذيب الشائع استخدامه فى الاستخلاص هو ثانى كبريتيد الكربون carbon bisulfide والزيت المستخلص يستخدم فى صناعة الصابون .

٤ - الرتبة الجيدة من الزيت رائحتها معتدلة ومميزة والرتب الرديئة لها رائحة غير سارة نفاذة .

٥ - يتنوع لونه من الاصفر الفاتح الى الاصفر المخضر الى بنى مخضر وهو سائل رائق عند درجات الحرارة العادية ، ويرسب " الاستيارين " عندما يبرد .

٦ - بسبب احتوائه المنخفض من حمض Linolenic فانه أكثر ثباتا نحو الأكسدة عن أغلب الزيوت السائلة - وهو زيت فقير فى خاصية الجفاف ولايميل لأن يصبح صمغى عند تعريضه على شكل رقائق

٧ - المكونات الغير زيتية لزيت الزيتون تتراوح ما بين ٠,٥ - ١,٥ ٪ وتتكون أساسا من:-

hydrocarbon squalene	بنسبة ٠,١ - ٠,٧ ٪
hydrocarbons	
sterols	بنسبة ٠,٢ ٪
tocopherols	
pigments	

٨ - هذا الزيت يمتصه الجلد بدرجة عظيمة عند التدليك به لمدة بحيث لايمكن اذابته حتى

بالمذيبات ولذلك يدخل فى مستحضرات التجميل للجلد الجاف والدهنى .

٩ – الزيت مكون رئيسى فى صناعة صابون النابلسى ، وصابونه ناعم أملس أبيض وقوة تاثيرة فى الغسيل جيدة ويذوب بسهولة فى الماء ورغوته جيدة وثابتة .

ثوابت زيت الزيتون

م	الثوابـــــــت	AOCS الزيت الغذائى	AOCS الماسيولاج FOOTS	منخفض فى حمض الايروسيك P & G
١	الكثافة النوعية ٢٥ / ٢٥ °م	٠,٩١٥ – ٠,٩٠٩		٠,٩١٣١ – ٠,٩١١٦
٢	معامل الانكسار ٢٠° م	–	–	١,٤٧ – ١,٤٦٨٩
٣	الرقم اليودى	٨٨ – ٨٠	٩٠ – ٧٧	٩٤ – ٧٧
٤	التتر	٢٦ – ١٧	٢٦ – ١٦	
٥	نقطة التغبش	(–) ٥,٥ °م – (–) ١٠ °م		
٦	Pour Point	(–) ١٠° م		
٧	crimser test	٦٨,٥ – ٧١,٦ °م		
٨	رقم التصبن	١٩٦ – ١٨٨	١٩٦ – ١٨٦	٢٠٠ – ١٨٥
٩	رقم الحمض			١,٩ – ١,٥
١٠	المواد الغير قابلة للتصبن	١,٨ (حد أقصى)	٢,٣ (حد أقصى)	١,٥ – ٠,٥
١١	الاحماض الدهنية الحرة	١,٥ (حد أقصى)		
١٢	الوزن الجزيىء للاحماض الدهنية			

الاحماض الدهنية المكونة لزيت الزيتون

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC	
الاحماض الدهنية المشبعة :				
Lauric	ك$_{١٢}$			
Myristic	ك$_{١٤}$	آثار - ١,٢	آثار	
Palmitic	ك$_{١٦}$	٦,٩ - ١٦,٩	١٤	١٣
Stearic	ك$_{١٨}$	١,٠ - ٣,٣	٢	٣
Arachidic	ك$_{٢٠}$	٠,١ - ٠,٥	آثار	١
Behenic	ك$_{٢٢}$	٠,٢		
الاجمالى		٩,٣ - ١٨,٨	١٦	١٧
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :				
Palmitoleic	ك$_{١٦}$ - ١	٢	٢	١
Oleic	ك$_{١٨}$ - ١	٦٥ - ٨٥	٦٤	٧١
Linoleic	ك$_{١٨}$ - ٢	٣,٩ - ١٥	١٦	١٠
Linolenic	ك$_{١٨}$ - ٣	٠,٥	٢	١
Gadoleic	ك$_{٢٠}$ - ١	٠,١		
الاجمالى		٨١,١ - ٨٩	٨٤	٨٣

٤ – زيت النخيل Palm Oil

١ – يحتوى لب ثمرة النخيل plup على ٥٠٪ زيت .

٢ – النوع الجيد من الزيت له رائحة مميزة وسارة .

٣ – يقسم الزيت المستخرج الى ثلاثة أنواع هى : –

أ – زيت لين soft اذا احتوى على ١٢٪ احماض دهنية حرة .

ب – زيت متوسط الليونة semi - soft اذا احتوى على ٣٥٪ احماض دهنية حرة

جـ – زيت صلب hard اذا احتوى على ٤٥٪ احماض دهنية حرة .

والزيت الخالى من الاحماض الدهنية الحرة يكون متوسط الصلابة semi - solid عند درجة حرارة ٢١ – ٢٧°م

٤ – يحتوى الزيت على :

أ – كاروتينات carotenoids بنسبة تتراوح ما بين ٠,٢ –٠,٥ ٪ وهى المكونات الغير زيتية الأكثر أهمية وهى التى تكسب الزيت لون أحمر برتقالى قاتم . ولايتأثر هذا اللون كثيرا عند التكرير بالقلوى ولكن يبيض الى اللون الأصفر الفاتح المماثل للون الزيوت النباتية الأخرى بعملية الهدرجة . ويمكن تدمير الكاروتين بسهولة عند التبييض باستخدام تراب التبييض عند درجات الحرارة العالية أو بالأكسدة بالهواء أو بالوسائل الكيميائية أو عند نزع الرائحة أو بأى معالجة عالية الحرارة .

ب – استيرولات sterols بكميات صغيرة .

جـ – توكوفيرولات Tocopherols

٥ – يعتمد قوام الزيت ونقطة انصهارة الى درجة كبيرة على ما يحتويه من أحماض

دهنية حرة ، فالاحماض الدهنية الحرة تكون درجة انصهارها أعلى من الجلسريدات .

٦ – الصابون المحضر من زيت النخيل يكون الى حد ما صلب هش سهل التفتت ولايمكن طحنه بسهولة ، ومن ثم يمكن خلطه مع ٢٠ – ٢٥٪ زيت جوز هند لانتاج صابون جيد وصلب وصعب القطع أو خلطه مع دهن البقر أو مع دهون أكثر طراوة أو مع الزيوت الأخرى .

ثوابت زيت النخيل ومشتقاته

م	الثوابت	زيت النخيل		أولين نخيل	استيارين نخيل			
		AOCS	PORM		المدى	Soft	Medium	hard
١	الكثافة النوعية	٠,٨٩٨-٠,٩٠١ عند ٣٧,٨ °م	٠,٨٩١٩-٠,٨٩٣٢ عند ٥٠°م/٢٥°م	٠,٩٠٣-٠,٩٠٩ عند ٤٠°م/٢٥°م	٠,٨٨١-٠,٨٩١ عند ٦٠°م/٢٥°م			
٢	معامل الانكسار عند ٤٠°م	١,٤٥٣-١,٤٥٦	١,٤٥٤١-١,٤٥٥٦ (٥٠°م)					
٣	الرقم اليودى	٤٤-٥٨	٤٩,٧-٥٥,٨	٥٦-٦٢	٢١,٦-٤٩,٤	٤٠-٤٨	٣٠-٤٠	٢١,٥-٣٠
٤	رقم التصبن	١٩٥-٢٠٥	١٩٠-٢٠٣	١٩٤-٢٠٢	١٩٣-٢١٠			
٥	مكافىء التصبن	٢٨٠,١-٢٨٢,٦	-					
٦	رقم الحمض	٢٠٩	-					
٧	نقطة الانصهار °م	٢٧-٥٠	٣٢,٣-٣٨,١	١٩,٤-٢٣,٥	٤٤,٥-٥٦,٢	٤٨-٥٠,٤	٥١,٥-٥٣,٦	أكبر من ٥٤
٨	التتر °م	٤٠-٤٧	٤٠-٤٦		٤٦-٥٤,٤	٤٦-٤٩	٤٩-٥١	٥١-٥٤,٥
٩	المواد الغير قابلة للتصبن	لاتزيد عن ٠,٨	٠,١٥-١,٠		٠,١-١,٠			
١٠	INS		١٣٩-١٤٧			١٥٤-١٦٠	١٦٠-١٧١	١٧١-١٧٦
١١	اللون أحمر (خلية $5\frac{1}{2}$ بوصه) حد أقصى	-	٣	٣	٣			
١٢	أحماض دهنية حرة ٪ حد أقصى		٠,١	٠,١	٠,٢			
١٣	رطوبة وشوائب ٪ حدأقصى		٠,١	٠,١	٠,١٥			
١٤	درجة التغبش		٣	٦,٦-١٤,٣				
١٥	الوزن الجزيىء لحامض الباليتيك		٢٥٦	٢٥٦	٢٥٦			

الأحماض الدهنية المكونة لزيت النخيل ومشتقاته

الأحماض الدهنية ٪	عدد ذرات الكربون	زيت النخيل: المراجع	زيت النخيل: GLC	زيت النخيل: GLC	زيت النخيل: PORM	أولين نخيل PORM	استيارين نخيل (PORM): Soft	استيارين نخيل (PORM): Medium	استيارين نخيل (PORM): Hard	استيارين نخيل (PORM): المدى الكلى
الأحماض المشبعة :										
Lauric	ك١٢	١,٠-١,١			١,٠-٠,٥	١,١-٠,١				٠,٦-٠,١
Myristic	ك١٤	٢,٤-١,٠	١	١	١,٧-٠,٦	١,٥-٠,٩				٢-١
Palmitic	ك١٦	٤٧-٣٢	٤٨	٤٥	٤٧,١-٤١,٧	٤٢-٣٧,٩				٧٤-٤٧
Stearic	ك١٨	٧-٣,٧	٤	٤	٥,٦-٣,٦	٥-٤				٦-٤
Arachidic	ك٢٠	٠,٣-٠,٢			صفر-٠,٨	٠,٥-٠,٢				٠,٦-٠,١
Lignoceric	ك٢٤	-٠,١	-	-	-	-				-
الإجمالى		٥٢-٤٠	٥٣	٥٠	٥٠-٤٩	٤٦-٤٤	٦٠,٨-٥٥,٨	٧٠-٦٤,٩	أكبر من ٧٠	٥٦-أكبر من ٧٠
الأحماض الغير مشبعة										
Palmitoleic	ك١٦-١	١,٨-٠,٣	-		٠,٦-٠,٥	٠,٤-٠,١				٠,٢-٠,٠٥
Oleic	ك١٨-١	٥٢,٤-٣٧	٣٨	٤٠	٤٣,٥-٣٧	٤٤-٤٠	٣٥,١-٣١	١٨,١-١٣,٨	٢٣,٧-١٧,٥	٣٧-١٥
Linoleic	ك١٨-٢	١١-٦,٤	٩	١٠	١١,٩-٦,٦	١٣,٤-١٠	٨,٩-٧,٨	٦,٨-٥,٥	٥,٤-٣,٦	١٠-٣
Linolenic	ك١٨-٣	١,٠-٠,٢			صفر-٠,٦	٠,٦-٠,١	٠,٣	٠,٣-٠,٢	٠,٢-٠,١	٠,٦-٠,١
Cis 11-Eicosenoic	ك٢٠-١	٠,٣								
الإجمالى		٦٠-٤٧	٤٧	٥٠	٥١-٥٠	٥٦-٥٤				أقل من ٤٠-٤٤
متوسط الوزن الجزىء					٢٦٦					

٥- زيت عباد الشمس Sunflower Oil

١ - تحتوى البنور على ٢٢-٣٦٪ زيت.

٢ - لون الزيت الخام غير فاتح.

٣ - الزيت له رائحة متميزة غير سارة يمكن ازالتها بنزع الرائحة.

٤ - يحتوى الزيت الخام على الفوسفاتيدات ومواد متنوعة أخرى.

٥ - لون الزيت المكرر أصفر فاتح.

٦ - يدخل فى صناعة الصابون الرخو الذى يقاوم الحرارة والبرودة.

خواص صابونه :

١ - صلب.

٢ - لونه أصفر فاتح.

٣ - يذوب بسهولة فى الماء.

٤ - له رغوة جيدة جداً.

ثوابت زيت عباد الشمس

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية عند ٢٥ °م	٠,٩١٩٣-٠,٩١٥	٠,٨٩٧ (٦٠°م)
٢	معامل الانكسار عند ٢٥ °م	١,٤٧٤-١,٤٧٢	١,٤٥٩٩ (٦٠°م)
٣	الرقم اليودى	١٣٦-١٢٥	١٤٣ - ١١٣
٤	التتر	٢٠-١٦	
٥	درجة الانصهار	-	(-)١٦ : (-)١٨
٦	نقطة التغبش	-	(-)٩,٥
٧	رقم التصبن	١٩٤ - ١٨٨	
٨	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٥ (حد أقصى)	
٩	الوزن الجزيىء للأحماض الدهنية	-	٢٨٤,٧

المواصفات المصرية القياسية لزيت عباد الشمس

م	الثوابت	المدى	م	الثوابت	المدى
١	الكثافة النوعية عند ٢٠° م	٠,٩٢ – ٠,٩٢٥	٩	رقم البيروكسيد (ملليمكافيء)	١٠ حد أقصى
٢	معامل الانكسار عند ٤٠°م	١,٤٦٧–١,٤٦٩	١٠	رقم الحموضه (بو ا يد)	٠,٤ مجم
٣	الرقم اليودى	١١٢ – ١٤٠	١١	= درجة الحموضة	٠,٧ مجم
٤	رقم التصبن	١٨٨ – ١٩٤	١٢	= نسبة الحموضة (حمض أوليك)	٠,٢ مجم
٥	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٥ (حد أقصى)	١٣	حديد	١,٥ مجم / كجم
٦	المواد المتطايرة عند ١٠٥°م	٠,٢ (حد أقصى)	١٤	نحاس	٠,١ مجم / كجم
٧	الصابون ٪	٠,٠٠٥	١٥	رصاص	٠,١ مجم / كجم
٨	الشوائب ٪	٠,٠٥	١٦	زرنيخ	٠,١ مجم / كجم

الاحماض الدهنية المكونة لزيت عباد الشمس

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC		النموذجي في الولايات المتحدة
الأحماض الدهنية المشبعة					
Myristic	ك١٤	أقل من ٠,٥	–	–	–
Palmitic	ك١٦	٣ – ١٠	١١	٧	٦
Stearic	ك١٨	١ – ١٠	٦	٥	٤
Arachidic	ك٢٠	٠,٥ – ٤			٠,٤
Behenic	ك٢٢	آثار – ١,٠			٠,٧
Lignoceric	ك٢٤	آثار – ٠,٤			
الاجمالى		٨,٧ – ١٤,٥	١٧	١٢	
الأحماض الدهنية غير المشبعة					
Palmitoleic	ك١٦-١	آثار – ١,٠			٠,١
Oleic	ك١٨-١	١٤ – ٦٥	٢٩	١٩	١٦,٥
Linoleic	ك١٨-٢	٢٠ – ٧٥	٥٢	٦٨	٧٢,٤
Linolenic	ك١٨-٣	أقل من ٠,٧	٢	١	٠,٥
Gadoleic	ك٢٠-١	أقل من ٠,٥			٠,١
الاجمالى		٨٥ – ٩١	٨٣	٨٨	

يحتوى الزيت على ليسيثين أقل من ٠,٥

٦- زيت السمسم Sesamum Oil

١ - تحتوى البذور على ٤٤ - ٥٤٪ زيت.

٢ - النوع التجارى يختلف فى لونه من الاصفر المحمر القاتم الى الفاتح حسب لون البذور المعصورة وطريقة الطحن.

٣ - المواد الغير قابلة للتصبن الموجودة بالزيت تحتوى على :

أ - كمية قليلة جدا من الفوسفاتيدات.

ب - كمية كبيرة من Sterols

جـ - مواد لاتزال بالتكرير.

د - التكوفيرولات غير موجودة أو تكون موجودة على صورة آثار.

هـ - كمية من المواد التى لاتوجد فى الدهون الأخرى والتى تعطى تفاعلات لونية متميزة وتسمى باختبار Baudouim and Villavecchia Test وبهذا الاختبار يسهل تميز زيت السمسم حتى لو وجد بكمية صغيرة فى الزيوت الأخرى حتى بعد الهدرجة.

و - بعض المواد الفينولية Phenolic المضادة للاكسدة التى تكسب الزيت ثباتا غير عاديا لزيت السمسم الغير مهدرج والمهدرج.

٤ - الزيت غنى بأحماض الأوليك واللينوليك التى تصل نسبتهما معا الى ٨٥٪ من مجموع الأحماض الدهنية.

٥ - لانتاج صابون صلب جيد يذوب بسهولة فى الماء ويعطى رغوة جيدة تستخدم إحدى الخلطتان التاليتان :

خلطة ٢	خلطة ١
زيت سمسم ٣٠٪ زيت جوز هند (أو) زيت نوى نخيل (أو) دهن بقر	زيت سمسم ٣٠٪ زيت جوز هند زيت نوى نخيل شحم البقر زيت نخيل

٦ - يتصبن الزيت بالطريقة الساخنة بسهولة عندما تكون كمية الزيت نصف كمية المحلول القلى (تركيزه ١٥° بومى) حيث يضاف الزيت بالتدريج الى محلول الصودا الساخن مع التقليب فى وعاء التفاعل.

فمثلاً :

كل ١٠٠ كجم زيت تضاف بالتدريج الى ٢٠٠ كجم محلول الصودا الساخن ١٥° بومى مع التقليب. ولابد من الالتزام بهذه النسبة الصحيحة من الدهن والقلوى للحصول على عجينة صابون دائم النعومة.

ثوابت زيت السمسم

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية ٢٥°م/٢٥°م	٠,٩١٩٢-٠,٩١٤	٠,٨٩٢(٦٠°م)
٢	معامل الانكسار ٢٥°م	١,٤٧٤-١,٤٧٠	١,٤٥٨٢(٦٠°م)
٣	الرقم اليودى	١١٦-١٠٣	١١٨-١٠٣
٤	التتر	٢٠ - ٢٥	
٥	رقم التصبن	١٨٨ - ١٩٥	
٦	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٨ (حد أقصى)	

الأحماض الدهنيه المكونة لزيت السمسم

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC
الأحماض الدهنية المشبعة			
Myristic	ك١٤	آثار – ٠,١	–
Palmitic	ك١٦	٧ – ٩,١	١٠
Stearic	ك١٨	٣,٦ – ٥	٥
Arachidic	ك٢٠	٠,٤ – ١,١	–
Lignoceric	ك٢٤	٠,١	–
Cerotic	ك٢٦	٠,٥	–
الاجمالى		١٢,٩ – ١٤,٢	١٥
الأحماض الدهنية غير المشبعة			
Palmitoleic	ك١٦-١	١ (حد أقصى)	–
Oleic	ك١٨-١	٣٧ – ٤٩,٤	٤٠
Linoleic	ك١٨-٢	٣٥ – ٤٧	٤٣
Linolenic	ك١٨-٣	٠,٢ – ٠,٤	٢
Gadoleic	ك٢٠-١	٠,١	–
الاجمالى		٨٥ – ٨٧,١	٨٥

٧ - زيت الذرة Corn (Maize) Oil

١ - يحتوى الزيت على ١- ٣٪ من الفوسفاتيدات.

٢ - يحتوى على ١٪ أو أكثر من Sterols وهو من المواد الغير زيتية.

٣ - يحتوى على ٠,١٪ توكوفيرول وهو المكون الهام للجزء الغير قابل للتصبن.

٤ - يحتوى على ٠,٠٥٪ من الشمع والتى تسبب تغبش الزيت عند تبريده الى درجة حرارة منخفضة مالم تزال بالتبريد

٥ - الزيت غذائى مرغوب فيه بسبب :

أ - نقطة تغبشه المنخفضة (-٩,٥).

ب - درجة انصهاره المنخفضة.

جـ - احتفاظه الجيد لنوعيته.

٦- يخلط مع الشحم لانتاج صابون صلب جيد أملس.

٧- يستخدم كثيرا فى الصابون الشفاف الاصفر أو الأحمر الذى لا يتأثر بالعوارض الجوية ويدخل بديلا لزيت الكتان.

ثوابت زيت الذرة

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية عند ٢٥° م	٠,٩٢٠-٠,٩١٥	٠,٩٢١-٠,٩١٦
٢	معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٤٧٤-١,٤٧٠	١,٤٧٤٨(٢٠°م)
٣	الرقم اليودى	١٢٨-١٠٣	١٣٣-١٠٣
٤	التتر	٢٠-١٤	-
٥	درجة الانصهار	-	(-) ١٢ : (-) ١٠
٦	نقطة التغبش	(-) ٩,٥	-
٧	رقم التصبن	١٩٣-١٨٧	-
٨	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	٢ (حد أقصى)	٢,٩-٠,٨
٩	الوزن الجزيىء للأحماض الدهنية	-	٢٨٢,٧

ثوابت المواصفات القياسية المصرية

م	الثوابت	المدى	م	الثوابت	المدى
١	الكثافة النوعية عند ٢٠° م	٠,٩١٧-٠,٩٢٥	١٠	اللون (خلية ١/٤ ٥ بوصه)	١٦ أحمر
٢	معامل الانكسار عند ٤٠° م	١,٤٦٥-١,٤٦٨	١١	رقم الحموضه (بو أ يد)	٠,٤
٣	المواد المتطايرة عند ١٠٥° م	٠,٢٪ (حد أقصى)	١٢	= درجة الحموضة	٠,٧
٤	الرقم اليودى	١١٠ - ١٣٠	١٣	= نسبة الحموضة (حمض أوليك)	٠,٢
٥	رقم التصبن	١٨٨ - ١٩٥	١٤	حديد	١,٥
٦	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	٢,٨	١٥	نحاس	٠,١ مجم
٧	البيروكسيد(ملليمكافىء)	١٠ حد أقصى	١٦	رصاص	٠,١ مجم
٨	الشوائب ٪	٠,٠٥ حد أقصى	١٧	زرنيخ	٠,١ مجم
٩	الصابون ٪	٠,٠٠٥ حد أقصى			

الأحماض الدهنية المكونة لزيت الذرة

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC	
الأحماض الدهنية المشبعة				
Myristic	ك١٤	آثار - ١,٧		
Palmitic	ك١٦	٨ - ١٢	١٣	١١
Stearic	ك١٨	٢ - ٥	٤	٢
Arachidic	ك٢٠	٠,٥ - ٠,٦	آثار	-
Behenic	ك٢٢	آثار	آثار	-
Lignoceric	ك٢٤	٠,٢	-	-
الاجمالى		١٢ - ١٨	١٧	١٣
الأحماض الدهنية غير المشبعة				
Palmitoleic	ك١٦-١	٠,٢ - ١,٦	-	
Oleic	ك١٨-١	١٩ - ٤٩	٢٩	٢٨
Linoleic	ك١٨-٢	٣٤ - ٦٢	٥٤	٥٨
Linolenic	ك١٨-٣	٠,٥ - ٢,٦	-	١
Gadoliec	ك٢٠-١	٠,١	-	-
الاجمالى		٨٢ - ٨٨	٨٣	٨٧

٨ - زيت القرطم (العصفر) Safflower Oil

١ - تحتوى البنور على ٢٥ - ٣٧٪ زيت.

٢ - يحتوى الزيت على حمض Linoleic أكثر من أى زيت آخر معروف وهو مصدر ممتاز لهذا الحمض.

٣ - يمكن استخدام الزيت فى الطعام أو فى الطلاء paints وفى تصنيع الراتنجات resins القلوية الغير صفراء.

ثوابت زيت القرطم

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية عند ٢٥°م/٢٥°م	٠,٩١٩ - ٠,٩٢٤	٠,٩٠٠ (٦٠°م)
٢	معامل الانكسار عند ٢٥ °م	١,٤٧٢ - ١,٤٧٥	-
٣	الرقم اليودى	١٤٠ - ١٥٠	-
٤	درجة الانصهار	-	(-) ١٨ : (-) ١٦
٥	التتر	١٥ - ١٨	-
٦	رقم التصبن	١٨٨ - ١٩٤	١٨٦ - ١٩٤
٧	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١ (حد أقصى)	-

الاحماض الدهنية المكونة لزيت القرطم

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC	
الاحماض الدهنية المشبعة:				
Lauric	ك١٢	١	–	
Myristic	ك١٤	آثار – ٠,٥	آثار	
Palmitic	ك١٦	٣ – ٧,٥	٨	٧
Stearic	ك١٨	١ – ٤	٣	٢
Arachidic	ك٢٠	آثار – ٠,٥	آثار	
Behenic	ك٢٢	٠,١	–	
Lignoceric	ك٢٤	٠,١	–	
الاجمالى		٥ – ١٠	١١	٩
الاحماض الدهنية الغيرمشبعة:				
Palmetoleic	ك١٦ – ١	٠,٢ – ٠,٦		
Oleic	ك١٨ – ١	١٢,٥ – ٢٦,٤	١٣	١٣
Linoleic	ك١٨ – ٢	٧٣ – ٧٩	٧٥	٧٨
Linolenic	ك١٨ – ٣	آثار – ٠,٥	١	
Cis.II.Eicosenoic	ك٢٠ – ١	٠,٥		
الاجمالى		٩٠ – ٩٥	٨٩	٩١

٩ - زيت بذر التبغ Tobacco Seed Oil

١ - تحتوى البذور على ٣٠ - ٤٣ ٪ زيت .

٢ - الزيت خالى من المواد الضاره ويمكن استخدامه فى الغذاء بعد تكريره .

٣ - الزيت يشبه زيت القرطم وهو غنى جدا بحمض Linoleic والتى تبلغ نسبة ٧٠ - ٧٥٪ .

٤ - الزيت خالى من حمض Linolenic أو يكون موجودا على صورة آثار .

ثوابت زيت التبغ

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية عند ٢٥°م / ٢٥°م	٠,٩٢٣ - ٠,٩٢٥	
٢	معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٤٧٤٢ - ١,٤٨٣	
٣	الرقم اليودى	١٢٩ - ١٤٢	١٢٩ - ١٤٥
٤	رقم التصبن	١٨٦ - ١٩٧	١٨٣ - ١٩٧
٥	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٥ حد أقصى	١,٥ - ٣,٠

الاحماض الدهنية المكونة لزيت التبغ

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع
اجمالى الاحماض الدهنية المشبعة		٦ - ١٣
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :		
Oleic	ك١٨ - ١	٨ - ٢٠
Linoleic	ك١٨ - ٢	٦٠ - ٧٧
الاجمالى		٨٧ - ٩٤

١٠ - زيت بذر الخشخاش Poppy Seed Oil

١ - تحتوى البذور على ٣٦ - ٥٠ ٪ زيت.

٢ - يمكن استخدام الزيت فى أغراض الطعام بدون تكرير اذا كانت البذور المستخدمة نظيفة .

ثوابت زيت بذر الخشخاش

م	الثوابت	المراجع
١	الكثافة النوعية عند ١٥°م	٠,٩٢٤ - ٠,٩٢٧
٢	معامل الانكسار ٢٥°م	١,٤٧٣ - ١,٤٧٦
٣	الرقم اليودى	١٣٣,٤ - ١٣٥
٤	التتر	١٥ - ٢٠
٥	نقطة الانصهار	(-) ١٥ : (-) ٢٠
٦	Solidification point	(-) ١٥ : (-) ٢٠
٧	رقم التصبن	١٨٩ - ١٩٧,٥
٨	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	٠,٤ - ١,٢

الاحماض الدهنية المكونة لزيت بذر الخشخاش

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC
الاحماض الدهنية المشبعة :			
Myristic	ك١٤	أثـــار	
Palmitic	ك١٦	٥ - ١٠	١٠
Stearic	ك١٨	٢ - ٤	٢
Arachidic	ك٢٠	٠,١	
Behenic	ك٢٢	أثـــار	
الاحماض الدهنية غير المشبعة :			
Palmetoleic	ك١٦ - ١	٠,٢	
Oleic	ك١٨ - ١	٢٨,٣ - ٣٠,٣	١١
Lioleic	ك١٨ - ٢	٥٨,٥ - ٦٢	٧٢
Linolenic	ك١٨ - ٣	أثـــار	٥

١١ - زيت بذر الشاي Tea Seed Oil

١ - تحتوى البذور على ٥٨ - ٦٠ ٪ زيت .

٢ - الزيت مشابه لزيت الزيتون .

٣ - يمكن الكشف عنه اذا وجد مختلطا بزيت الزيتون أو أى زيت آخر حتى لو كانت نسبته بها تتراوح ما بين ٥ - ١٠ ٪ بما يسمى باختبار Fitelson test

ثوابت زيت بذر الشاي

م	الثوابت	المراجع
١	معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٤٦٧ - ١,٤٦٩
٢	الرقم اليودى	٨٣ - ٨٩
٣	التتر	٢٢
٤	رقم التصبن	١٩٣ - ١٩٦

تركيب الاحماض الدهنية لزيت بذر الشاي

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع
الاحماض الدهنية المشبعة :		
Myristic	ك١٤	٠,٣
Palmitic	ك١٦	٧,٦
Stearic	ك١٨	٠,٨
Arachidic	ك٢٠	٠,٦
الاجمالى		٧ - ١١
الاحماض الدهنية الغير مشبعة:		
Oleic	ك١٨ - ١	٧٤ - ٨٧
Linoleic	ك١٨ - ٢	٧ - ١٤
Linolenic	ك١٨ - ٣	٧ - ١١

١٢ - زيت بذور شجرة السيبه Kapok Oil

١ - تحتوى البذور على حوالى ٢٥٪ زيت .

٢ - الزيت قريب الشبه بزيت بذرة القطن بالرغم من أن لونه أفتح .

٣ - يعطى أيضا اختبار هالفن Halphen color test

٤ - يمكن تميزه عن الأخير بواسطة اختبار Besson test

٥ - لايحتوى الزيت على الجوسيبول Gossypol

٦ - الزيت له رقم يودى أقل قليلا عن زيت بذرة القطن لانه يحتوى على نسبة أكبر من حمض Oleic (ونسبة أقل من حمض Linoleic) عن زيت بذرة القطن

ثوابت زيت بذور شجرة السيبه

م	الثوابت	AOCS
١	الكثافة النوعية عند ١٥°م / ١٥°م	٠,٩٣٣ – .٩٢٠
٢	معامل الانكسار عند ٢١°م	١,٤٧٢ – ١,٤٦٦
٣	الرقم اليودى	١١٠ – ٨٦
٤	التتـــــر	٣٢ – ٢٧
٥	رقم التصبن	١٩٧ – ١٨٩
٦	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٨ – ٠,٥

الاحماض الدهنية المكونة لزيت بذور شجرة السيبة

التركيب	عدد ذرات الكربون	AOCS
الاحماض الدهنية المشبعة :		
Palmitic	ك$_{١٦}$	١٠,٨ – ١٠,٢
Stearic	ك$_{١٨}$	٨,٦ – ٤,٩
ك$_{٢٠ - ٢٢}$ (أغلبها أراشيديك)		١,٣ – ١
الاجمالى		٢٠ – ١٥
الاحماض الدهنية الغير مشبعة:		
Oleic	ك$_{١٨ - ١}$	٥٦,٦ – ٤٥,٩
Linoleic	ك$_{١٨ - ٢}$	٣٤,٦ – ٢٧,٧
الاجمالى		٨٥ – ٨٠

١٣ - زيت رجيع الكون Rice-bran Oil

١ - تعتمد نوعية الزيت بدرجة كبيرة على الزمن الذى استغرق بين وقت طحن الارز الى وقت ازالة الزيت من الرجيع فالزيت الذى يحصل عليه من الرجيع الطازج يحتفظ بنوعية جيدة .

٢ - الزيت الخام التجارى له لون بنى مخضر .

٣ - يحتوى الزيت على كمية من الشمع تصل الى ٦ - ١٠ ٪ يرقد جزء منه الى قاع صهريج التخزين بالتخزين الطويل للزيت .

ويمكن فصل الشمع من الزيت كما يلى : -

أ - يبرد الزيت الى درجة حرارة ٢٠ - ٢٥°م .

ب - يضاف الى الزيت مذيب مكون من ٥ ٪ ميثانول (كحول ميثيلى) فى هكسان تجارى n - hexane فيحدث فصل شديد للمواد الذائبة وغير الذائبة .

٤ - يحتوى الزيت على كمية غير عادية من انزيم الليبيز النشط active lipase

٥ - وجد أن الاحماض الدهنية الحرة تصل الى ٤ - ٦ ٪ حتى لو كان الزيت مستخلص من حبوب مزالة حديثا من الأرز وأن تخزينها كان عند درجة حرارة ٢٥°م .

٦ - درجة حموضة الزيت ترتفع بمعدل ١ ٪ كل ساعة .

ثوابت زيت رجيع الكون

م	الثوابت	المراجع	
١	الكثافة النوعية عند ٢٥°م / ٢٥°م	٠,٩١٦ - ٠,٩٢١	-
٢	معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٤٧٠ - ١,٤٧٣	-
٣	الرقم اليودى	٩٩ - ١٠٨	٩٢ - ١٥٠
٤	التتر	٢٤ - ٢٨	٢٣ - ٢٨
٥	رقم الحمض	٤ - ١٢٠	-
٦	رقم التصبن	١٨١ - ١٨٩	١٨٣ - ١٩٤
٧	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	٣ - ٥	-

الاحماض الدهنية المكونة لزيت الرجيع

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع
الاحماض الدهنية المشبعة :		
Myristic	ك١٤	١,٠ – ٠,٤
Palmitic	ك١٦	١٩ – ١٢
Stearic	ك١٨	٣ – ١
Arachidic	ك٢٠	١,٨ – ٠,٥
Lignoceric	ك٢٢	١,٠ – ٠,٥
الاجمالى		٢٠ – ١٥
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :		
Palmitoleic	ك١٦ - ١	٠,٤ – ٠,٢
Oleic	ك١٨ - ١	٥٠ – ٤٠
Linoleic	ك١٨ - ٢	٤٢ – ٢٧,٥
Linolenic	ك١٨ - ٣	١,٥ – آثار
الاجمالى		٨٥ – ٨٠

١٤ – زيت السرغوم (نبات كالذرة) Sorghum Oil

١ – يحتوى الجنين على حوالى ٣٠ ٪ زيت وهو يشبه زيت الذرة .

٢ – الرقم اليودى للزيت الى حد ما أقل قليلا (متوسط ١١٥) ويحتوى كمية أكبر من الشمع .

ثوابت زيت السرغوم (نبات كالذرة)

م	الثوابت	المراجع
١	معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٤٦٩ – ١,٤٧٢
٢	الرقم اليودى	١٠٨ – ١٢٢
٣	رقم التصبن	١٨١ – ١٩١
٤	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٧ – ٣,٢

الاحماض الدهنية المكونة لزيت السرغوم

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع
الاحماض الدهنية المشبعة :		
Myristic	ك$_{١٤}$	صفر – ١,٠
Palmitic	ك$_{١٦}$	٦ – ١٠
Stearic	ك$_{١٨}$	٣ – ٦
الاجمالى		١٠ – ١٥
الاحماض الدهنية الغير مشبعة:		
Palmitoleic	ك$_{١٦ - ١}$	صفر – ١,٠٠
Oleic	ك$_{١٨ - ١}$	٣٠ – ٤٧
Linoleic	ك$_{١٨ - ٢}$	٤٠ – ٥٥
Linolenic	ك$_{١٨ - ٣}$	صفر – ١,٠٠
الاجمالى		٨٥ – ٩٠

١٥ – زيت اللوز **Almond Oil**

١٦ – زيت نوي المشمش **Apricot Kernel Oil**

١٧ – زيت جوز البقان (شجر جوز أمريكي) **Pecan Oil**

التركيب / الثوابت	زيت اللوز	زيت نوى المشمش	زيت جوز البقان
الكثافة النوعية عند ٢٥°م/٢٥°م	٠,٩١٣ – ٠,٩١٦		
معامل الانكسار عند ٤٠°م	١,٤٦٣ – ١,٤٦٦		
الرقم اليودى	٩٣ – ١٠٦	١٠٩	١٠٠ – ١٠٥
رقم التصبن	١٨٨ – ١٩٧	١٩٠	١٩٠
المواد الغير قابلة للتصبن	٠,٤ – ١,٠		٠,٣٥ – ٠,٤٠
نسبة الزيت بالانوية	٥٠ ٪	٤٠ – ٤٥ ٪	٦٥ ٪
الاحماض الدهنية المشبعة			
$ك_{١٤}$ Myristic	١		
$ك_{١٦}$ Palmitic	٤,٥		٣
$ك_{١٨}$ Stearic	–		٢
الاجمالى	٥	٣,٦	٤ – ٥,٢
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
$ك_{١٨ - ١}$ Oleic	٧٧	٦١	٧١ – ٧٩
$ك_{١٨ - ٢}$ Linoleic	١٧	٣٠	١٦ – ٢٥
الاجمالى	٩٤		٩٥

١٨ - زيت بذر العنب Grape Seed Oil

١٩ - زيت بذر الطماطم Tomato Seed Oil

التركيب	زيت بذر العنب	زيت بذر الطماطم
الثوابت		
الرقم اليودى	١٢٤ - ١٤٣	١١٢ - ١٢٥
رقم التصبن	١٧٨ - ١٩٦	١٨٦ - ١٩٤
المواد الغير قابلة للتصبن ٪	٠,٣ - ١,٦	١,٥ (حد أقصى)
نسبة الزيت فى البذور ٪	١٥	١٨ - ٢٧
الاحماض الدهنية المشبعة :		
ك$_{١٦}$ Palmitic	٤ - ١١	١٣
ك$_{١٨}$ Stearic	٢,٥ - ٥	٦
ك$_{٢٠}$ Arachidic	آثـــار	-
الاجمالى	٨ - ١٦	٢٠
الاحماض الدهنية الغير مشبعة:		
ك$_{١٨ - ١}$ Oleic	١٢ - ٣٣	٤٦
ك$_{١٨ - ٢}$ Linoleic	٤٥ - ٧٢	٣٥
ك$_{١٨ - ٣}$ Linolenic	صفر - ٢	-
الاجمالى	٨٥ - ٩٠	٨٠

المجموعة السادسة

مجموعة زيوت حمض الايروسيك Erucic Acid Oils

١ - زيت بذر اللفت Rape seed Oil

Rape Oil

Canola Oil

Colza Oil

١ - تحتوى البذور على ٢٢ - ٤٩ ٪ زيت (المتوسط ٤٠ ٪) .

٢ - رائحة الزيت نفاذة تشبه زيت الخردل mustard Oil ويمكن ازالتها بنزع الرائحة .

٣ - الزيت غير عادى لاحتوائه على آثار من مركبات الكبريت .

٤ - رقم تصبن الزيت أقل من الزيوت النباتية الأخرى بسبب :

أ - احتوائه على نسبة عالية من حمض الايروسيك والتى تصل الى ٤٠ - ٥٥ ٪ من الزيت . ولذلك اذا خلط الزيت بالزيوت الاخرى أمكن الكشف عنه بسبب هذه النسبة العالية من حمض الايروسيك التى تكون صابون ماغنسيوم لاينوب فى الكحول .

ب - احتوائه على ١٠ ٪ من الاحماض الاخرى التى لها أكثر من ١٨ ذرة كربون .

٥ - الزيت أكثر لزوجة من الزيوت العادية .

٦ - معامل انكسار الزيت عالية بالنسبة لرقمه اليودى ومنخفض التتر ودرجة التصلب Solidification أو التغبش .

ثوابت زيت اللفت

م	الثوابـــــت	مرتفع فى حمض الايروسيك AOCS	المراجـع	منخفض فى حمض الايروسيك P & G
١	الكثافة النوعية عند ٢٥°م / ٢٥°م	٠,٩٠٦ - ٠,٩١٠		
٢	معامل الانكسار ٢٥°م	١,٤٧٠ - ١,٤٧٤		
٣	الرقم اليودى	٩٧ - ١٠٨	٩٠,٩ - ١٠٨	١١٠ - ١٢٠
٤	التتر	١١,٥ - ١٥	١١ - ١٥	١١ - ١٥
٥	اختبار التبريد ASTM	لاتزيد عن (-) ١٢°م		
٦	درجة الاشتعال	لاتقل عن ٢٨٨°		
٧	نقطة التغبش	-	(-) ٥°م	
٨	رقم التصبن	١٧٠ - ١٨٠	١٦٨ - ١٨٢	١٩٠ - ٢٠٠
٩	مكافىء التصبن	-	٣٠٨,٦ - ٣٢٣	
١٠	المواد الغير قابلة للتصبن	١,٥ حد أقصى		

الاحماض المكونة لزيت اللفت

التركيب	عدد ذرات الكربون	منخفض الايروسيك		مرتفع الايروسيك	
		المراجع	GLC	P&G	GLC
الاحماض الدهنية المشبعة :					
Myristic	ك١٤	٠,٥ – ١,٠		٠,٥	–
Palmitic	ك١٦	١ – ٣	٤	٥	٤
Stearic	ك١٨	٠,٤ – ٣,٥	٢	١	٢
Arachidic	ك٢٠	٠,٥ – ٢,٤			
Behenic	ك٢٢	٠,٦ – ٢,١			
Lignoceric	ك٢٤	٠,٥ – ١			
الاجمالى		٦,٢ – ٩,٥	٦	٦,٥	٦
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :					
palmitoleic	ك١٦-١	٠,٢ – ٣,٠	–	٠,٥	–
Oleic	ك١٨-١	١٢ – ٢٤	١٩	٦٣	٦٢
Linoleic	ك١٨-٢	١٢ – ١٦	١٤	٢٠	٢٢
Linolenic	ك١٨-٣	٧ – ١٠	٨	٨	١٠
Eicosenoic	ك٢٠-١	٣,٥ – ١١,٦	١٣	١	
Erucic	ك٢٢-١	٤٠ – ٥٥	٤٠	١	
Docosadienioc	ك٢٢-٢	٠,٦ – ٢			
Tetracosenoic	ك٢٤-١	٠,٦			
الاجمالى		٩٠,٥ – ٩٣,٨	٩٤	٩٣,٥	٩٤

٢ - زيت Ravison .

٣ - زيت بذر الخردل Mustard Seed Oil .

٤ - (زيت نباتى) Carmse Oil .

الثوابت / التركيب		Ravison Oil	Mustard Oil	Carmse Oil
الرقم اليودى		١٠٨,٥	١٠٢	٩١,٢
رقم التصبن		١٧٨	١٧٣	١٦٩,٤
مكافىء التصبن		٣١٥,٢	–	–
المواد الغير قابلة للتصبن		٠,٨	٣,٨	–
الاحماض الدهنية المشبعة :		٪	٪	٪
ك١٦	Palmitic	٤,٣	١,٥	٢
ك١٨	Stearic	٢,١	٠,٤	٠,٤
ك٢٠	Arachidic	١,٨	٠,٥	–
ك٢٢	Behenic	٠,٥	٢,٠٠	٢,٠٠
ك٢٤	Lignoceric	٠,٦	١	–
الاجمالى		٩,٣	٥,٤	٤,٤
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :				
ك١٦ -١	palmitoleic	٠,٦	–	٠,٤
ك١٨ -١	Oleic	١٥,٥	٢٢	١٦,٩
ك١٨ -٢	Linoleic	٢٠,٩	١٤,٢	٨,٦
ك١٨ -٣	Linolenic	٩,٩	٦,٨	٦,٤
ك٢٠ -١	Eicosenoic	٤,١	٧	٣,٥
ك٢٢ - ١	Erucic	٣٨,٧	٤٤,٢	٥٧,٢
ك٢٢ - ٢	Docosadienioc	١,٠٠	–	٠,٨
ك٢٤ - ١	Tetracosenoic	–	–	١,٤
الاجمالى		٩٠,٧	٩٤,٢	٩٥,٦

المجموعة السابعة

مجموعة - زيوت حمض اللينولينيك Linolenic Acid Oils

١ - زيت بذر الكتان Linseed Oil

خواص الزيت :

١ - تحتوى البذور على ٣٥ - ٤٥ ٪ زيت .

٢ - الزيت التجارى لونه بنى قاتم فى العادة ورائحته غير مقبولة .

٣ - الزيت المكرر حديثا لونه أصفر فاتح ورائحته معتدلة وطعمه سار .

٤ - يحتوى الزيت على : -

أ - كمية صغيرة من الشمع المتبلور الذى ينفصل عن الزيت بالتبريد عند درجة حرارة منخفضة

ب - ٠,٥ ٪ استيرولات Sterols

جـ - ٠,١ ٪ توكوفيرولات Tocopherols

د - ٠,١ ٪ - ٠,٥ ٪ فوسفاتيدات Phosphatides والمواد المتنوعة mucilaginous وهذه المواد عند تميؤها تصبح غير ذائبة وتزال عند التكرير بالقلوى . وعند تسخين الزيت بسرعة الى درجة حرارة عالية تنفصل هذه المواد على صورة مواد متكسرة break materials ولايحتوى الزيت المكرر على هذه المواد المتكسرة .

هـ - ٠,٢٣ ٪ فوسفوليبيدات المكونة من ليسيثين وسفالين .

٥ – الزيت له رقم يودى مرتفع ويحتوى على حمض اللينولينيك ولذلك فان له معدل مرتفع نحو الأكسدة الخارجية والبلمرة الحرارية وعند تعرضه للهواء يمتص الاكسجين بشغف ويتزنخ بسرعة ويصبح سميكا ثم يجف ويتحول الى طبقة رقيقة لاتذوب فى الايثير لذلك : –

أ – يستخدم فى الوان الطلاء والورنيشات وزيوت النسيج وأحبار الطباعة ومشمع الأرضيات .

ب – غير مناسب للاستخدام فى زيوت الطهى cooking oils

٦ – يتغير معامل انكسار الزيت بتغير الرقم اليودى وعند رقم يودى ١٨٠ يكون متوسط معامل الانكسار هو ١,٤٦٨ عند درجة حرارة ٦٠°م .

٧ – صابون البوتاسيوم للزيت النقى لايتجمد حتى لو تعرض الى ظروف المناخ الأكثر برودة لذلك يكثر استخدامه فى صناعة الصابون الرخو فى كل من الصيف والشتاء .

٨ – عند استخدامه فى الصابون الشفاف يجب تبيضه . ويتصبن بالغليان الشديد مع المحلول القلوى ٢٦ – ٣٢° بومى .

ثوابت زيت بذر الكتان

م	الثوابت	المراجع
١	الكثافة النوعية عند ١٥°م / ١٥°م	٠,٩٣١ - ٠,٩٣٦
٢	معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٤٧٧ - ١,٤٨٢
٣	الرقم اليودى	١٥٥ - ٢٠٥
٤	التتر	١٨ - ٢١
٥	رقم التصبن	١٨٨ - ١٩٦
٦	رقم الحمض	٤ (حد أقصى)
٧	المواد الغير قابلة للتصبن	١,٧ (حد أقصى)
٨	الفاقد عند التسخين الى ١٠٥ - ١١٠°م	٠,٣ (حد أقصى)

الأحماض الدهنية المكونة لزيت الكتان

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC	
الاحماض الدهنية المشبعة :				
Myristic	ك١٤	آثار	-	-
palmitic	ك١٦	٤ - ٧	٦	٦
Stearic	ك١٨	٢ - ٥	٤	٥
Arachidic	ك٢٠	٠,٣ - ١	آثار	-
الاجمالى		٧,٣ - ١٦,٥	١٠	١١
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :				
Palmitoleic	ك١٦-١	٠,٨ - ١,٠	-	-
Oleic	ك١٨-١	١٢ - ٣٤	٢٢	٢٠
Linoleic	ك١٨-٢	١٧ - ٢٤	١٦	١٥
Linolenic	ك١٨-٣	٣٥ - ٦٠	٥٢	٥٤
Gadoleic	ك٢٠-١	آثار	-	-
الاجمالى		٨٥ - ٩٠	٩٠	٨٩

٢ - زيت فول الصويا Soyabean Oil

خواص الزيت : -

١ - تحتوى البذور على ٢٠ ٪ زيت .

٢ - الزيت لونه متغير من الأصفر الى العنبر القاتم حسب نوع البذرة وطريقة العصر .

٣ - يستخدم الزيت بشكل واسع فى صناعة الزيوت الجافة .

٤ - يستخدم الزيت الغير مهدرج مخلوطا مع زيوت أخرى ، لكن بسبب ارتداد الزيت عندما يتعرض الى الهواء أو بالتسخين العالى يجعله محدود الاستخدام .

٥ - الزيت المهدرج يدخل فى صناعة : -

أ - السمن الصناعى shortenings

ب - الزبد الصناعى النباتى margarines

٦ - يحتوى الزيت المستخلص بالمذيب على ١,٥ - ٢,٥ ٪ من المواد الغير جلسريدية وتتكون أساسا من الفوسفاتيدات والتى يزال كمية كبيرة منها بالغسيل بالماء وينتج الليسيثين بهذه الطريقة .

٧ - الزيت مثالى فى صناعة الصابون الرخو ويتصبن بسهولة وصابونه أصفر فاتح أو أبيض معتم وله رغوة دهنية متوسطة الثبات وتأثير على الجلد معتدل .

ثوابت زيت فول الصويا

م	الثوابت	AOCS	المراجع
١	الكثافة النوعية عند ٢٥ °م / ٢٥ °م	٠,٩١٧ - ٠,٩٢١	٠,٨٩٨ (٦٠ °م)
٢	معامل الانكسار ٢٥ °م	١,٤٧ - ١,٤٧٦	١,٤٦ (٦٠ °م)
٣	الرقم اليودى	١٢٠ - ١٤١	١٠٣ - ١٥١
٤	التتر		٢٠ - ٢٤
٥	نقطة التغبش		(-) ٩
٦	رقم التصبن	١٨٩ - ١٩٥	
٧	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٥ حد أقصى	

المواصفات المصرية القياسية (لزيت فول الصويا)

م	الثوابت	المدى
١	الكثافة النوعية عند ٢٠°م	٠,٩٢ – ٠,٩٢٨
٢	معامل الانكسار ٤٠°م	١,٤٦٦ – ١,٤٧
٣	الرقم اليودى	١٢٠ – ١٤٥
٤	رقم التصبن	١٨٩ – ١٩٥
٥	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٥ حد أقصى
٦	نسبة المواد المتطايرة عند ١٠٥°م	٠,٢ حد أقصى
٧	رقم الحموضة (بوأيد)	٠,٤ مجم حد أقصى
٨	= درجة حموضة	٠,٧ مجم
٩	= نسبة حموضة (كحمض أوليك)	٠,٢
١٠	نسبة الشوائب الغير قابلة للذوبان	٠,٠٥٪
١١	نسبة الصابون	٠,٠٠٥٪
١٢	رقم البيروكسيد	١٠ ملليمكافئ/كجم
١٣	حديد	١,٥ مجم / كجم
١٤	نحاس	٠,١ مجم / كجم
١٥	رصاص	٠,١ مجم / كجم
١٦	زرنيخ	٠,١ مجم / كجم
١٧	اللون (خلية $\frac{1}{4}$ ٥ بوصه)	٧ أحمر

التركيب الكيمائي لترتيب فول الصويا

التركيب	عدد ذرات الكربون	المراجع	GLC	
الاحماض الدهنية المشبعة :				
Myristic	ك١٤	آثار – ٠,٥	آثار	
palmitic	ك١٦	٧ – ١١	١١	١١
Stearic	ك١٨	٢ – ٦	٤	٤
Arachidic	ك٢٠	٠,٣ – ٣	آثار	
الاجمالى		١١ – ٢٠	١٥	١٥
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :				
Myristoleic	ك١٤–١	آثار	–	
Palmitoleic	ك١٦–١	٠,٥ – ١	–	
Oleic	ك١٨–١	١٥ – ٣٣	٢٥	٢٤
Linoleic	ك١٨–٢	٤٣ – ٥٦	٥١	٥٤
Linolenic	ك١٨–٣	٥ – ١١	٩	٧
Gadoleic	ك٢٠–١	٠,٢		
Cis 11. Eicosenoic	ك٢٠–١	٠,٩		
الاجمالى		٨٣ – ٩٠	٨٥	٨٥

٣ – زيت البيريلا Perilla Oil

٤ – زيت القنب Hemp seed Oil

م	الثوابـــــت	زيت البيريلا	زيت القنب
١	الكثافة النوعية ١٥°م / ١٥°م	٠,٩٣٠ – ٠,٩٣٧	٠,٩٢٣ – ٠,٩٢٥ (٢٥ / ٢٥°م)
٢	معامل الانكسار عند ٤٠°م	١,٤٧٣ – ١,٤٧٩	١,٤٧٠ – ١,٤٧٣
٣	الرقم اليودى	١٩٣ – ٢٠٨	١٤٠ – ١٧٥
٤	رقم التصبن	١٨٨ – ١٩٧	١٩٠ – ١٩٣
٥	التتر	١٢ – ١٧	١٥ – ١٧
	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	١,٥ حد أقصى	حوالى ١
٦	نسبة الزيت بالبذور	٣٨٪	٣٠ – ٣٥٪

زيت البيريلا :

١ – الزيت يشبه زيت بذر الكتان فى الرائحة واللون والخواص العامة .

٢ – رقمه اليودى أعلى من الرقم اليودى لزيت الكتان بشكل واضح .

٣ – يحتوى على الفوسفاتيدات وبعض المواد الزيتية الأخرى .

زيت القنب : –

١ – الزيت يشبه زيت بذر الكتان فى المظهر والخواص والاستخدام .

٢ – رقمه اليودى أقل من الرقم اليودى لزيت الكتان .

الاحماض الدهنية المكونة لزيت البيريلا وزيت القنب

التركيب	عدد ذرات الكربون	زيت البيريلا		زيت القنب	
		المراجع	GLC	المراجع	GLC
الاحماض الدهنية المشبعة :					
Palmitic	ك١٦		٧		٦
Stearic	ك١٨		٢		٢
الاجمالى		٦ – ١٢	٩	٥ – ١٠	٨
الاحماض الدهنية الغير مشبعة:					
Oleic	ك١٨–١		١٣	٧ – ١٤	١٢
Linoleic	ك١٨–٢		١٤	٤٦ – ٦٩	٥٥
Linolenic	ك١٨–٣		٦٤	١٦ – ٢٨	٢٥
الاجمالى		٨٤ – ٨٨	٩١	٩٠ – ٩٥	٩٢

٥ - زيت جرمة القمح . Wheat Germ oil

٦ - دهـــن الخيـــل . Horse Fat

التركيب / الثوابت	زيت جرمة القمح	دهن الخيل
الكثافة النوعية (٢٥ / ٢٥°م)		
معامل الانكسار ٤٠°م		
الرقم اليودى		
رقم التصبن		
المواد الغير قابلة للتصبن		
الأحماض الدهنية المشبعة	٪	٪
ك ١٢ Lauric	-	٠,٤
ك ١٤ Myristic	-	٤,٥
ك ١٦ Palmitic	١٦-١١	٢٦
ك ١٨ Stearic	٦ - ١	٤,٧
ك ٢٠ Arachidic	صفر - ١,٠	٠,٢
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :		
ك ١٤ - ك ١٦	-	٦,٨
Oleic	٣٠ - ٨	٣٣,٧
Linoleic	٦٥-١١	٥,٢
Linolenic	٦ - ٤	١٦,٣
ك ٢٠ - ك ٢٢	-	٢,٣

٧ – زيت بذر المطاط . Rubber Seed oil

٨ – Australian candle nut oil (Lumbang-oil)

٩ – الليمون الهندى Indian Grape fruit

م	الثوابت	زيت بذر المطاط	Candle nut	الليمون الهندى
١	معامل الانكسار ٤٠°م	١,٤٦٩–١,٤٦٦	١,٤٧٩–١,٤٧٣	١,٤٧٠–١,٤٦٩
٢	الرقم اليودي	١٤٨ – ١٣٢	١٦٦ – ١٤٦	١٠٦ – ١٠٠
٣	رقم التصبن	١٩٥ – ١٩٠	١٩٣ – ١٩٠	١٩٧ – ١٩٣
٤	الاحماض الدهنية الحرة	٢ – ٢٠٪	٠,١ – ٤	–
٥	المواد الغير قابلة للتصبن	٠,٥ – ١ر	٠,٣ – ١	٠,٣ – ٠,٧
٦	نسبة الزيت بالأنوية	٤٠ – ٥٠	٥٦ – ٦٩	–
	الأحماض الدهنية المشبعة			
	ك ١٤ Myristic			–ر١
	ك ١٦ Palmitic	٩ – ١٢	٥,٥	–ر٢٨
	ك ١٨ Stearic	٥ – ١٢	٦,٧	٢,٥
	ك ٢٠ Arachidic	١	–	١,٥ فاكثر
	الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
	ك ١٨ – ١ Oleic	١٧ – ٢١	١٠,٥	٢٣
	ك ١٨ – ٢ Linoleic	٣٥ – ٣٨	٤٨,٥	٣٨
	ك ١٨ – ٣ Linolenic	٢١ – ٢٤	٢٨,٥	٦
	خاصية الجفاف للزيت	نصف جاف	جاف مثل زيت الكتان	

١٠ – زيت الجوز Walnut oil .

١١ – الشحم النباتى الصينى Chinese vegetable Tallow .

الثوابـــت / التركيـــب	زيـــت الجـــوز			الشحم النباتى الصينى
	انجليزى	اسود	G L C	
١ – معامل الانكسار (٢٥ / ٢٥°م)	١,٤٧٥١	١,٤٧٣١		١,٤٥٥-١,٤٥٧ (٤٠°م)
٢ – الرقم اليودى	١٥٠-١٦٢	١٣٥-١٤١		١٦ – ٢٩
٣ – نقطة الانصهار	–	–		٤٨ – ٥٥
٤ – التتر	–	–		٤٥ – ٥٣
٥ – رقم التصبن	١٩٠-١٩٧	١٩٠-١٩٤		٢٠٠-٢١٨
٦ – الاحماض الدهنية الحرة ٪	٠,٢-٢,٥	٤ – ٥		٠,١ – ٥
٧ – المواد الغير قابلة للتصبن	٠,٥	٠,٤		٠,٥ – ١,٣
٨ – نسبة الزيت بالأنوية	–	–		١٧ – ٢٠
الأحماض الدهنية المشبعة				
ك ١٢ Lauric	–	–	–	آثار – ٢,٥
ك ١٤ Myristic	–	–	–	٠,٥ – ٣,٧
ك ١٦ Palmitic	–	–	١١	٥٨ – ٧٢
ك ١٨ Stearic	–	–	٥	١,٢ – ٧,٦
الاجمالي	٦ – ١١	٦	١٦	
الاحماض الدهنية الغير مشبعة				
ك ١٨ – ١ Oleic	١٢ – ١٩	٣٦	٢٨	٢٠ – ٣٥
ك ١٨ – ٢ Linoleic	٦٥ – ٧٣	٥٠	٥١	آثار – ١,٦
ك ١٨ – ٣ Linolenic	٣ – ٨	٨	٥	–
الاجمالي	٨٩ – ٩٤	٩٤	٨٤	

المجموعة الثامنة

مجموعة زيوت الاحماض التساهمية

Conjugated Acid Oils

عندما تحتوى الزيوت على أحماض تساهمية فإن رقمها اليودى يكون قليل الأهمية من الناحية النظرية لسببين : –

السبب الأول :

ان الاحماض التساهمية لا تمتص الهالوجينات كميا الا تحت ظروف خاصة . ويتغير حسب الظروف التى اجرى تحتها الاختبار وهو في العادة أقل منه فى الزيوت الغير تساهمية والتى لها نفس عدد الروابط الثنائية .

السبب الثاني :

ان خاصية الجفاف لهذه الزيوت تكون فى المقام الأول من الأهمية حتى اذا كانت الزيوت قادرة على امتصاص الكمية النظرية من اليود . وليس من الضرورى أن يقيس الرقم اليودى هذه الخواص بدقة لأنه يعتمد كثيرا علي كمية الاحماض التساهمية فى الزيت عن اجمالى عدم التشبع فى الزيت .

والطريقة الوحيدة المعقولة لتحديد نسبة الأحماض الدهنية التساهمية في الزيوت هى طريقة : الاسبكتروفوتوميتر الفوق بنفسجية Ultraviolet Spectrophotometric method

١ – زيت التانج Tung oil

٢ – زيت أوتيسسا Oiticica oil

(مشابه لزيت التانج)

خواص زيت التانج :

١ – تحتوى الانوية على حوالى ١٧,٥ ٪ زيت .

٢ – الزيت له قيمة خاصة نحو خاصية الجفاف والبلمرة بسبب النسبة العالية التى يحتويها من حمض eleostearic . ولذلك يستخدم الزيت أساسا فى طلاء الايتامل سريع الجفاف والورنيشات وفى خلطات مع الزيوت الجافة الأخرى لتحسين خواصها مثل مقاومة القلويات والماء .

٣ – الزيت خالى نسبيا من الفوسفاتيدات والمواد المتنوعة الأخرى أو المواد المتكسرة .

ثوابت زيت التانج وزيت أوتيسسا

التركيب / الثوابت	زيت التانج		زيت أوتيسسا
معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٥٢٠ – ١,٥١٦		١,٥١٦ – ١,٥١٢
الرقم اليودى	١٧٥ – ١٦٠		١٦٠ – ١٤٠
التتر	٣٧ – ٣٦		٤٧ – ٤٢
رقم التصبن	١٩٥ – ١٨٩		١٩٣ – ١٨٨
المواد الغير قابلة للتصبن	١ حد أقصى		٠,٥ حد أقصى
التركيب	**المراجع**	**GLC**	**GLC**
الأحماض الدهنية المشبعة			
ك ١٦ Palmitic	٤		٧
ك ١٨ Stearic	١		٥
الاجمالي	٦ – ٢		١٢
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
ك ١٨ – ١ Oleic	٩ – ٤	٨	٦
ك ١٨ – ٢ Linoleic	١٠ – ٨	٤	–
ك ١٨ – ٣ Linolenic	كميات صغيرة	٣	–
ك ١٨ – ٣ eleostearic (الفا)	٨٦ – ٧٧	٨٠	كميات صغيرة
ك ١٨ – ٣ Licanic	–	–	٧٨
Hydroxy acids	–	–	٤

المجموعة التاسعة

مجموعة الزيوت البحرية Marine Oil

١ – زيت الحوت Whale Oil

الرتب التجارية لزيت الحوت Trading grades

الرتبه	اللـــــون	الأحمـاض الدهنيـة الحـرة	المواد المتطايرة والشوائب (حد أقصى)
0	اصفر فاتح	٠,٥	–
1	اصفر فاتح	١	٠,٥
2	اصفر عنبر	٦	٠,٥
3	بنى فاتـح	١٥	١
4	قاتـــم	٣٠	١

" المواد الغير قابلة للتصبن لا تزيد عن ٢ ٪ "

ثوابت لبعض أنواع زيت الحوت

عينـــات	الكثافة النوعية عند درجة ١٥°م	الرقم اليودى	رقم التصبن	المواد الغير قابلة للتصبن ٪	الاحماض الدهنية المشبعة ٪	الاحماض الدهنية الغير مشبعة ٪	معامل الانكسار
Sei	٠,٩٢٢٩-٠,٩١٩٦	١٦١,٥-١٣٦,٣	١٩٣,١-١٨٦,٩	١,٥٤-٠,٥٦	٣٦,٤-١٨,٥	٨١,٥-٧٣,٦	-
Fin	٠,٩٢٣٦-٠,٩١٣٧	١٥٥,٨-١٠٧,٤	١٩٦,٥-١٩٠,٣	١,٩٨-٠,٣٢	٢٥	٧٥	-
Blue-or-Sulphur boton	٠,٩٤٠٧-٠,٩١٤٠	١٣١-١١٢	١٩٨-١٨٣	٣,٥-٠,٧	٢٦,٣-١٣,٦	٨٦,٤-٧٣,٧	-
Humpback	٠,٩٢٣٤-٠,٩١٥٤	١٥٩,٤-١٢٠,٣	١٩٠,١-١٨٣,٥	٠,٦٤-٠,٣١	١٣	٨٧	-
Gray (calif)	٠,٩٢٩٠	١٦٧-١٤٧	١٩٣-١٩١	١,٦	١٤,٢-١٠	٩٠-٨٣,٨	-
Bottlenose	٠,٨٨٥-٠,٨٧٦	٨٨,٧-٧٩,٧	١٣٥,٩-١٢١,٥	١٣,٢-٣٥,٠	-	-	-
Sperm	٠,٨٨١-٠,٨٤٤	٩٦,٤-٧٠,٤	١٥٠,٣-١٢٠	٤٤,٠-١٧,٥	١٩-١٠	٩٠-٨١	-
A O C S	٠,٩٢٠-٠,٩١٠ (٢٠°م)	١٣٥-١١٠	٢٠٢-١٨٥	٢ حد أقصى	-	-	١,٤٧٧-١,٤٧ (٢٥°م)

ثوابت زيت الحوت

التركيب / الثوابت	زيت الحوت Whale	Sperm الرأس	Sperm الجسم
معامل الانكسار ٢٥°م	١,٤٦٩١	١,٤٦٥٥–١,٤٦٢	١,٤٦٥٥–١,٤٦٢
الرقم اليودى	١٠٩–١٠٨	٧٠	٧٠
نقطة الانصهار	–	٤٦ – ٤٢	٤٦ – ٤٢
التتر	٢٤ – ٢٢	١٦ – ١١	١٦ – ١١
رقم التصبن	١٩٤–١٨٥	١٤٤ – ١٤٠	١٣٠ – ١٢٢
مكافىء التصبن	٢٨٧–٢٨٦,٥	–	–
الأحماض الدهنية المشبعة			
ك ١٠ Capric	–	٣,٥	–
ك ١٢ Lauric	آثار – ٠,٢	١٦	١
ك ١٤ Myristic	٩,٢ – ٤	١٤	٥
ك ١٦ Palmitic	٢٠ – ١٠	٨	٦,٥
ك ١٨ Stearic	٣,٥ – ٢	٢	–
ك ٢٠ Arachidic	٠,٦	–	–
الاجمالي	٢٧ – ١٨		
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
ك ١٢ – ١ Lauroleic	–	٤	–
ك ١٤ – ١ Myristoleic	٤ – ١	١٤	٤
ك ١٦ – ١ Palmitoleic	١٨ – ١٢	١٥	٢٦,٥
ك ١٨ – ١ Oleic	٣٩ – ٢٣	١٧	٣٧
ك ١٨ – ٢ Linoleic	٩	–	–
ك ٢٠ – ١ Gadoleic	–	٦,٥	١٩
ك ٢٢ – ١ Erucic	–	–	١

٢ – زيت السردين (Sardin-Oil (Pilchard-Oil

خواص زيت السمك بشكل عام

١ – لون الزيت أصفر ليمونى إلى أصفر قاتم .

٢ – رائحته كريهة مثل رائحة السمك وترجع الى وجود حمض Clupanodonic الذى يمكن ازالته بطريقة الهدرجة أو بالتشقق .

٣ – عند هدرجة زيت السمك وزيت الحوت فإنه يتقارب مع دهن البقر الصلب ويمكن استخدامه في صناعة الصابون .

٤ – الصابون الناتج من الزيت يكون أقل ذوبانا من صابون دهن البقر .

٥ – يمكن مزج الزيت المهدرج مع زيوت أكثر طراوة أو مع زيت جوز الهند لاغراض صناعة الصابون .

٦ – يدخل الزيت فى صناعة الصابون الرخو .

ثوابت زيت السردين

الثوابت	زيت السردين	
	بالولايات المتحدة Sardin	باليابان Clupanodon
الكثافة النوعية ٢٥°م / ٢٥°م	٠,٩١٤-٠,٩٢١	
معامل الانكسار ٢٥°م	١,٤٧٨٥-١,٤٨٠٢	
الرقم اليودى	١٧٠-١٨٨(١٦٠-١٩٣)	١٦٠-١٩٠
التتر	(٣١-٣٣)	٢٨
رقم التصبن	١٨٨-١٩٩	–
الأحماض الدهنية الحرة ٪	٠,١-١٣	–
المواد الغير قابلة للتصبن ٪	٠,١-١,٢٥	

الاحماض الدهنية المكونة لزيت السردين

التركيب	زيت السردين	
	Sardin	Clupanodon
الأحماض الدهنية المشبعة		
ك ١٤ Myristic	٥ – ٦	٥,٨
ك ١٦ Palmitic	١٠ – ١٤,٤	٩,٧
ك ١٨ Stearic	٢ – ٣,٢	٢,٣
الاجمالي	٢٢,٧	١٧,٨
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :		
ك ١٤ – ١ Myristoleic	آثار	–
ك ١٦ – ١ Palmitoleic	١١,٧ – ١٣	١٣
ك ١٨ – ١ Oleic	١٠ – ٢٤	٢٤,٢
ك ١٨ – ٢ Linoleic	١٥	–
ك ٢٠ – ٤ Arachidonic	١٧,٩ – ٢٦	٢٦
ك ٢٢ – ٥ Clupanodonic	١٣,٨ – ١٩	١٩
ك ٢٤ غير مشبع	١٥,٢	–
الاجمالي	٧٦,٣	٨٢,٢

٣ – زيت السلمون Salmon Oil

الثوابت	التركيب	المراجع	
الرقم اليـــودى		١٣٠ – ١٦٠	
رقم التصـــــبن		١٨٣ – ١٨٦	
الأحماض الدهنية المشبعة			
ك ١٤	Myristic	٣.٧	(٤)
ك ١٥	Pentadecanoic	٠.٥	
ك ١٦	Palmitic	١٠.٢	(١٥)
ك ١٧	Heptadecanoic	٠.٩	
ك ١٨	Stearic	٤.٧	(٢)
ك ١٩	Nonadecanoic	١.٨	
الاجمالي			
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
ك ١٤ – ١	Myristoleic	–	(٠.١)
ك ١٥ – ١	Cis . 9 pentadecenoic	٠.٣	
ك ١٦ – ١	Palmitoleic	٦.٧	(١٠.٦)
ك ١٦ – ٢	Hexadecadienoic	١.٢	
ك ١٨ – ١	Oleic	١٨.٦	(١٧.١)
ك ١٨ – ٢	Linoleic	١.٢	(١١.٥)
ك ١٨ – ٣	Linolenic	٠.٦	
ك ١٨ – ٤	Octadecateteraenoic	٢.١	
ك ٢٠ – ١	Gadoleic	٨.٤	
ك ٢٠ – ٢	Eicosadienoic	٠.٤	
ك ٢٠ – ٣	Eicosatrienoic	٠.١	
ك ٢٠ – ٤	Arachidonic	٠.٩	(٢٣.٥)
ك ٢٠ – ٥	Eicosapentaenoic	١٢.٠	
ك ٢٢ – ١	Cis 12 docosenoic	٦.٦	
ك ٢٢ – ٤	Docosatetraenoic	٠.٦	
ك ٢٢ – ٥	Docosapentenoic	٢.٩	(١٦.٢)
ك ٢٢ – ٦	Decosahexanoic	١٣.٨	
ك ٢٤ – ١	Tetracosenoic	٠.٦	

٤ – زيت الرنجة Menhaden Oil (Ringa oil)

الثوابت / التركيب		المراجع	
الكثافة النوعية (٦٠°م)		المتوسط ٠,٩٠٣	
معامل الانكسار (٦٠° م)		المتوسط ١,٤٦٤٥	
الرقم اليودى		المتوسط ١٧٠ (١٤٠–١٨٥)	
التتر		المتوسط ٣٢ (٣١ – ٣٣)	
رقم التصبن		المتوسط ١٩١ (١٨٩–١٩٣)	
المواد الغير قابلة للتصبن ٪		المتوسط ١	
الأحماض الدهنية المشبعة		G L C	
ك ١٤	Myristic	٥,٩ – ٧,٣	٩
ك ١٥	Pentadecanoic	٠,٤	
ك ١٦	Palmitic	١٥,٥ – ١٦,٣	١٩
ك ١٧	Margaric	٠,٩	
ك ١٨	Stearic	٠,٦ – ٣,١	٤
ك ٢٠	Arachidic	٠,٦	
ك ٢٢	Behenic	٠,٨	
الاجمالي		٢٤,٢ – ٢٥,٤	
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
ك ١٤ – ١	Myristoleic	٠,١	
ك ١٦ – ١	Palmitoleic	١٥ – ١٦	١٣
ك ١٨ – ١	Oleic	١٤ – ٢٩,٦	١٦
ك ١٨ – ٢	Linoleic	٣ – ٧	٢
ك ١٨ – ٣	Linolenic	١ – ٢	١
ك ٢٠ – ١	Gadoleic	–	١
ك ٢٠ – ٤	Arachidonic	١٧ – ١٩	
ك ٢٢ – (٢ – ٥)	Docosapolyenoic	١٠,٨ – ١١,٧	
ك ٢٤ – ٥	Shibic	١,٢ – ٢	
ك ٢٤ – ٦	Nisinic	٤ – ٥	
أعلى من ك ٢٦		٢,٤	
الاجمالي		٧٤,٦ – ٨٢,٢	

٥ – زيت (السمك من نوع الرنكة) Herring oil

الثوابت / التركيب		المراجـــع
معامل الانكسار (٢٥° م)		١,٤٧٣ – ١,٤٧٨
الرقم اليودى		١٢٣ – ١٤٢ (الى ١٦٠)
التتـــر		٢٣ – ٢٧
رقم التصبن		١٧٩ – ١٩٤
مكافىء التصبن		٢٩٦,٢ – ٣٠٠,٧
الاحماض الدهنية الحرة		٠,٢ – ٥,٧
المواد الغير قابلة للتصبن		١,٧ حد أقصى
الأحماض الدهنية المشبعة		
ك ١٤	Myristic	٥,٨ – ٧,٣
ك ١٥	Pentadecanoic	٠,٣
ك ١٦	Palmitic	١١,٧ – ١٥,٧
ك ١٧	Margaric	٠,٥
ك ١٨	Stearic	أثـــار – ٢,٨
الاجمالي		١٩,٧ – ٢٤,٦
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :		
ك ١٤ – ١	Myristoleic	٠,٨ – ١,٤
ك ١٦ – ١	Palmitoleic	٥ – ١١,٨
ك ١٨ – ١	Oleic	٢٠ – ٣٢
ك ١٨ – ٢	Linoleic	٠,٨ – ٣
ك ١٨ – ٣	Linolenic	١
ك ٢٠ – ٤	Arachidonic	٢٢,٤ – ٣٠,١
ك ٢٢ – (٢ – ٥)	Docosapolyenoic	٩,٣ – ٢٣,٢
ك ٢٤ غير مشبع		٠,١
الاجمالي		٧٥,٤ – ٨٠,٣

٦ - زيوت كبد الأسماك . Fish Liver oil

وأكثرها أهمية زيت كبد الحوت Cod Liver oil

الثوابت : -

معامل الانكسار عند ٢٥°م ١,٤٧٧ - ١,٤٨١

الرقم اليودى ١٨٨ - ١٩٠ (فى العادة ١٦٠ - ١٧٠)

رقم التصبن ١٨٢ - ١٩١

المواد الغير قابلة للتصبن ٠,٩ - ١,٤

التركيب	زيت كبد الحوت Cod liver Oil	زيت كبد الهلبوت Halibut liver-Oil	زيت كبد التن Tuna - Liver Oil
الرقم اليودى	١٦٣	١٦٣	١٦٣
الأحماض الدهنية المشبعة			
ك ١٤ Myristic	٥,٨	٣,٩	-
ك ١٦ Palmitic	٨,٤	١٥,١	١٧,٩
ك ١٨ Stearic	٠,٦	٠,٥	٨,٩
الاجمالي	١٤,٨	١٩,٥	٢٦,٨
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
ك ١٤ - ١ Myristoleic	٠,٢	-	-
ك ١٦ - ١ Palmitoleic	٢٠	١٨,٧	٣,٤
ك ١٨ - ١ Oleic	٢٩,١	٣٤,٤	٢٣,٥
ك ٢٠ - ٤ Arachidonic	٢٥,٤	١٣,٨	٢٨,٢
ك ٢٢ غير مشبع	٩,٦	١٣,٦	١٨,١
الاجمالي	٨٤,٣	٨٠,٥	٧٣,٢

المجموعـــة العاشـــرة
زيـــوت الاحمـــاض الهدروكسيليـــة
Hydroxy Acid Oils
زيت الخروع Castor Oil

خواص الزيت : -

١ - تحتوى البنور على حوالى ٥٠ ٪ زيت .

٢ - يحصل على الزيت رقم ١ من القطفة الأولى الناتجة من كبس Pressing البذور ويكون الزيت عديم اللون ويستخدم فى الأغراض الطبية .

٣ - يحصل على الزيت رقم ٣ من القطفة الثانية أو بالمذيب ويكون لون الزيت أصفر فاتح ويستخدم فى الأغراض الصناعية .

٤ - الزيت له طعم معتدل ورائحته سريعا ما تصبح غير مستحبة .

٥ - يحتوى الزيت على نسبة عالية من حمض Ricinoleic وهو حمض هيدروكسى والذى يكسب الزيت خواص تجعله يختلف عن أغلب الزيوت الأخرى و هى : -

أ - لزوجته العالية .

ب - كثافته النوعية .

جـ - رقم الاستيل Acetyl value (hydroxy value)

د - ذوبان الزيت فى الكحول وحمض الخليك الثلجى وعدم ذوبانه فى البتروليم ايثر والجازولين والكيروسين وباقى المذيبات البترولية الاخرى .

٦ - الهدرجة الكاملة للزيت ترفع درجه انصهاره بشكل عادى وتصل الى ٨٦ - ٨٨°م .

٧ - صابونه أبيض اللون أو ضارب الى الخضرة شفاف ومتوسط الصلابة غير متبلور.

٨ - صابونه يقبل كمية كبيرة من الماء فيفقد كثيرا من صلابته وجفافه .

٩ - صابونه يذوب فى الماء العذب البارد والماء الملح بسهولة .

١٠ - رغوته رديئة .

١١ - يدخل فى صناعة الصابون الشفاف مختلطا مع الزيوت الأخرى .

١٢ - يشبه زيت جوز الهند اذ يسهل تصبينه بواسطة محلول صودا كاوية قوية مع التقليب وصابونه صعب التمليح .

الثوابت والأحماض الدهنية المكونة لزيت الخروع

الثوابت / التركيب	المراجع
الكثافة النوعية عند ٢٥°م / ٢٥°م	٠,٩٤٥ - ٠,٩٦٥
معامل الانكسار عند ٢٥°م	١,٤٧٣ - ١,٤٧٧
الرقم اليودى	٨١ - ٩١
التـــتـــر	١ - ٤
Acetyl value (Hydroxyl value)	١٤٤ - ١٥٠
رقم التصبن	١٧٦ - ١٨٧
المواد الغير قابلة للتصبن	١ حد أقصى

الأحماض الدهنية المشبعة		المراجـــع	G L C
ك ١٦	Palmitic	١,٢	٢
ك ١٨	Stearic	١,٠	١
ك ١٩	9,10 hydroxy stearic	١,٤	
ك ٢٠	Arachidic	٠,٣	
الاجمالي			
الاحماض الدهنية الغير مشبعة :			
ك ١٦ - ١	Palmitoleic	٠,٢	
ك ١٨ - ١	Ricinoleic (OH)	٨٥ - ٩٥	٨٧
ك ١٨ - ١	Oleic	آثـــار - ٨	٧
ك ١٨ - ٢	Linoleic	٣,٦ - ٥	٣
ك ١٨ - ٣	Linolenic	٠,٢	

الماسيولاج (Foots (mucilage
أو القطع Stock

وهو ناتج ثانوى لعملية تكرير الزيوت بالقلوى . ويختلف تركيز محاليل الصودا الكاوية أو الصودا آش (كربونات الصوديوم) المستخدم فى تكرير الزيت من ١٠ – ١٥ ٪ ولذلك يكون الماسيولاج الناتج يحتوى على : –

أ – ٤٠ – ٤٥ ٪ ماء

ب – ٣٠ – ٤٠ ٪ مواد دهنية فى صورة صابون خام .

جـ – ١٥ – ٢٠ ٪ زيت حر وبعض الشوائب .

وتعتمد كميته على كمية الأحماض الدهنية الحرة بالزيت . ويسخن الماسيولاج مع محلول ملحى مركز حتى ينطلق الزيت الرائق على الزبد على السطح . وكل ١٠٠٠ كجم من الماسيولاج توضع فى وعاء مع ٨٠٠ كجم ماء و٦٠ كجم ملح طعام ثم يغلى فترة كافية من الزمن ثم يترك للراحة مدة ٢٤ ساعة بدون تغطية ثم يسحب الزيت الرائق من على سطح الوعاء .

وتقوم بعض المصانع بتحويل الكمية المتبقية من الماسيولاج الى صابون غسيل باحدى الطرق الآتية :

أ – تضاف إليه الصودا الكاوية مع الغليان حتى يتم تصبنه ويتحبب ويسمى فى هذه الحالة بالسوب استوك Soap stock والذى يضاف على صورة دفعات صغيرة إلى صابون جيد مصنوع بالطريقة الساخنة .

ب – يضاف قبل تصبنه مباشرة إلى صابون آخر مصبن تماما . ويعتمد ذلك على ما إذا كان الماسيولاج نقى نسبيا أو غير نقى .

وتختلف خواص السوب استوك الناتج من التصبن الجيد للماسيولاج حسب ما يلى : -

أ - الطبيعة الكيميائية للزيت الخام التى نتجت منه . فعلى سبيل المثال ، السوب استوك المسترجع من شحم الخنزير يكون أصلب من مثيله الناتج من زيت السمسم أو زيت حب العزيز .

ب - المعالجة التى يعالج بها الماسيولاج وطريقة تحويله الى سوب استوك .

جـ - كميات المواد المضافة إلى السوب استوك ، فعلى سبيل المثال ، لتحويل سوب استوك جوز الهند إلى صابون غسيل صلب وجيد يحتاج فقط إلى كمية كافية من محلول الصودا الكاوية لمعادلة الزيت الحر ، أما سوب استوك زيت فول السودانى وزيت السمسم يحتاج إلى دهون أخرى تضاف إليه لكى يحصل على الصلابة اللازمة للمنتج النهائى .

القلفونية Colophony (Window - glass rosin)

وهى ليست دهن ولا زيت ، ومع ذلك فإنها مادة خام تدخل فى صناعة بعض أنواع الصابون وخاصة الصابون الشفاف وتتفاعل مع القلوى تماما مثل الاحماض الدهنية وتتصبن بسرعة ويسر وهى تتكون من : -

١ - ٩٠ ٪ أحماض قلفونية وهى التى تتفاعل مع الصودا الكاوية وهى : -

أ - حمض أبيتك abietic - acid ونسبته تتراوح من صفر - ٣٥ ٪ .

ب - حمض ل ، د - بيماريك L , d - pimaric - acid

جـ - أحماض قلفونية أخرى .

٢ - ٦ ٪ هيدروكربونات وكحولات ثنائية عالية الوزن الجزيىء ، واسترات .

L- pimaric حمض

abietic حمض

(ك٢٠ يد٣٠ أ٢)

وهى مادة لا تذوب فى الماء ولكن تذوب فى الكحول ورقمها الحمضى يصل إلى ١٧٠ ويحصل عليها من ارتشاح exudation جذوع أنواع من أشجار الصنوبر بعد تخديشها فيسيل زيت القلفونية الذى يقتم لونه مع الزمن وهو عبارة عن سائل لزج يتكون من ٨٠ ٪ قلفونية و ٢٠ ٪ تربنتينا نباتى ، وتنزع التربنتينا بواسطة التقطير بالبخار أو التسخين تحت تفريغ تاركة صمغ القلفونية وإذا سخنت القلفونية إلى درجة ١٥٠° م تتحلل بالتقطير إلى كحول القلفونية وزيت القلفونية .

وإذا أريد الحصول على قلفونية فاتحة اللون فإنه يمكن تبيضها بالطريقة التالية : -

١ - تصهر القلفونية فى وعاء ثم يترك للراحة فترة $\frac{1}{2}$ ساعة فترسب الأوساخ إلى القاع .

٢ – تنقل القلفونية الرائقة إلى وعاء آخر .

٣ – يضاف إلى كل ١٠٠ كجم قلفونية ٢٠ كجم محلول ملح طعام ٩ بومى .

٤ – يغلى الجميع لمدة ساعة واحدة ثم تخفض الحرارة ،

٥ – بعد توقف خروج الفقاقيع ترقد القلفونية إلى القاع بينما ينفصل محلول الملح على شكل سائل بنى على السطح .

٦ – يسحب محلول الملح .

٧ – تكرر العملية السابقة من إضافة محلول الملح والغليان والفصل .

٨ – إذا لم ينتزع لون القلفونية بشكل كاف تعاد العملية للمرة الثالثة .

وتعدل أنواع القلفونيـة بواسطـة الهدرجـة أو نـزع الهدرجـة dehydrogenation (الاختزال) أو بالبلمرة .

وقد سجل أن القلفونية العادية المعدلة تتصف بالثبات الشديد نحو الأكسدة وإزالة لونها .

وعموما تعتبر القلفونية مادة خام رديئة ، ولا تستعمل بمفردها فى صناعة الصابون للأسباب التالية :

١ – صابونها رخو جدا دهنى لزج .

٢ – صابونها ردىء التأثير على الجلد .

٣ – مقاومتهـا ضعيفـة للأكسـدة .

٤ – عدم ثـبات لونهـا الغـير مستقـر .

٥ – ضعيفة فى قدرتها على إزالة عـسر المـاء .

وبالرغم من ذلك فإن لها فوائد عند استخدامها في صناعة الصابون منها : -

١ - رخص ثمنها الذى يؤدى إلى رخص ثمن الصابون دون أن يعتبر الصابون مغشوشا .

٢ - يكسب الصابون سهولة فى الذوبان وجودة فى الرغوة .

٣ - تغلب رائحته الطيبة على رائحة الدهن الردىء .

٤ - تأثيرها يشبه تأثير لوريات الصوديوم ولذلك يستعاض بها عن بعض زيت جوز الهند .

٥ - تزيد الخواص الرغوية للصابون صعب الذوبان .

٦ - لها فعل مبيد للجراثيم جيد .

٧ - لها قدرة عالية على الإحتفاظ بمادة السلكيات المالئة .

٨ - الاستخدام الرئيسى لها فى أنواع صابون الغسيل الاصفر .

ومن الأفضل ألا تزيد نسبتها فى الخليط الدهنى عن ٢٠ ٪ وطريقة اضافتها كما يلى : -

١ - تضاف القلفونية مع كمية المحلول القلوى (تركيزه من ٢٤ - ٣٠ بومى) إلى الصابون المتصبن تماما مع الغليان الشديد والتقليب .

٢ - بعد تصبن القلفونية يعاد حلول الصابون .

وهذه الطريقة تعطى صابون افتح لونا وناتج أكبر إلى حد ما - ويوصى بإتباع ذلك عند انتاج صابون الجلسرين الرخو وأنواع الصابون المماثلة .

العوامل التي تؤثر علي الخواص الطبيعية للدهون والزيوت

تعتمد الخواص الطبيعية للدهون والزيوت على : -

١ - درجة عدم التشبع .

٢ - طول سلاسل الكربون .

٣ - الاشكال الايزوميرية (سس ، ترانس) للأحماض الدهنية .

٤ - الشكل العام configuration للجزىء .

٥ - التشغيل .

١ - درجة عدم التشبع Degree of unsaturation of fatty acids

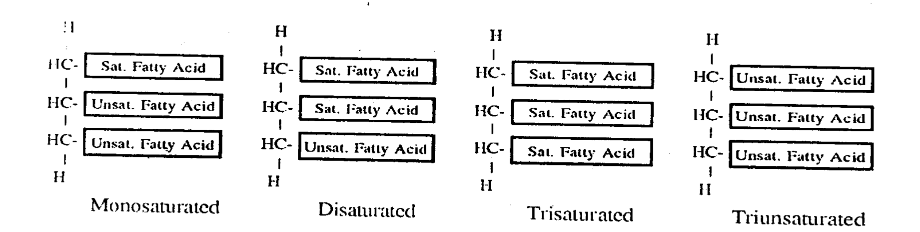
تتكون الدهون والزيوت الغذائية من جزيئات ثلاثية الجلسريد التى تحتوى على كل من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة ، حسب نوع الأحماض الدهنية الموجودة فى الجزىء . ويمكن تقسيم الجلسريدات الثلاثية إلى : -

أ - احـادى التشبـع monosaturated

ب - ثنائـى التشبـع disaturated

جـ - ثلاثـى التشبـع Trisaturated

د - ثلاثى عديم التشبع Triunsaturated



والقول الشائع أن الدهون التى تكون سائلة عند درجة حرارة الغرفة تميل بأن تكون أكثر فى عدم تشبعها عن الدهون التى تكون صلبة . ولكن فى الحقيقة ليس بالضرورة أن كل الدهون التى تكون سائلة عند درجة حرارة الغرفة تكون عالية فى الأحماض الدهنية الغير مشبعة ، أو أن الدهون التى تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة تكون عالية فى الأحماض الدهنية المشبعة ، فعلى سبيل المثال نجد أن زيت جوز الهند يحتوى على نسبة منخفضة من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع وعلى نسبة عالية من الأحماض الدهنية المشبعة وبرغم ذلك فإن مدى انصهاره منخفض نسبيا (حوالى ٢٤ - ٢٧° م) ويرجع ذلك إلى أن متوسط الوزن الجزيىء لجلسريداته منخفض . هكذا فإن الحالة الطبيعية للدهن ليست بالضرورة تدل على كمية عدم التشبع .

ويعبر الرقم اليودى للدهن عن درجة عدم التشبع للدهن (أى عدد الروابط الثنائية الموجودة فيه) .

الرقم اليودى هو " عدد جرامات اليود التى تتفاعل مع الروابط المزدوجة فى ١٠٠ جرام من الدهن " .

وقد يحسب الرقم اليودى من تركيب الحمض الذى يستدل عليه من التحليل الكروماتوجرافى للدهن gas Lequid cromatography .

٢ - طول سلاسل الكربون فى الأحماض الدهنية : -

تزداد درجة الانصهار بزيادة طول سلسلة الحمض الدهنى . ولذلك فإن السلسلة القصيرة للحمض الدهنى المشبع مثل حمض البيوتيريك butyric acid له درجة انصهار منخفضة عن الاحماض الدهنية المشبعة ذات السلاسل الأطول ، وحتى بعض الأحماض الدهنية الغير مشبعة ذات الوزن الجزيىء المرتفع مثل حمض الأوليك Oleic acid تعكس هذه الصفات فى الجلسريدات الثلاثية .

وهذا يفسر لماذا يكون زيت جوز الهند (الذى يحتوى على حوالى ٩٠ ٪ أحماض دهنية مشبعة ولكن بنسبة عالية من الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة نسبيا) يكون سائل رائق ، بينما يكون دهن الخنزير Lard (الذى يحتوى على ٣٧ ٪ أحماض دهنية مشبعة فقط، أغلبها سلاسل طويلة) يكون متوسط الصلابة عند درجة حرارة ٢٧° م .

٣ - الاشكال المتماثلة isomeric forms للأحماض الدهنية : -

عند ثبات طول الحمض الدهنى نجد أن - الحمض الدهنى المشبع له درجة انصهار أعلى من الحمض الدهنى الغير مشبع " وأحيانا يكون التعميم معقدا عند وجود المتماثلات الهندسية geometric isomers للأحماض الدهنية ، فعلى سبيل المثال ، نجد أن حمض الأوليك Oleic acid الأحادى عدم التشبع monounsaturated ومتماثلة الهندسى حمض الألياديك Elaidic acid ليس لهما نفس درجة الانصهار فنجد أن حمض الأوليك يكون سائلا عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة الغرفة ، بينما يكون حمض الألياديك متجمدا عند درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة .

ووجود الأحماض الدهنية المتماثلة (الايزوميرية) فى بعض المنتجات النباتية مثل : -

الزبد الصناعــى margarines

والمسلى الصناعى shortenings

تساهم فعلا فى الصورة النصف صلبة semi-solid form لهذه المنتجات . هكذا نجد أن وجود الصور الايزوميرية الهندسية المختلفة للأحماض الدهنية تؤثر فى الخواص الطبيعية للدهن .

٤ – الشكل العام لجزيء الجلسريدات الثلاثة : –

Molecular configuration of Triglycerides

إن الشكل العام لجزيء الجلسريدات الثلاثية يمكن أيضا أن يؤثر فى صفات الدهن أو الزيت . فنجد أن درجة انصهار المادة الدهنية تتفاوت فى دقتها حسب عدد الكيانات entities الكيميائية المختلفة الموجودة . فالجسريv المنفرد تكون درجة انصهاره دقيقة ، بينما يكون خليط الجلسريدات، كما فى دهن الخنزير النموذجى وأغلب المسلى النباتى له مدى واسع من درجة الانصهار .

وفى حالة زبد الكاكاو وأحماض البالمتيك والاستياريك والأوليك تكون متحدة فى شكلان سانذان لثلاثى الجلسريد . ووجودهما يعطى زبد الكاكاو نقطة انصهار دقيقة ، وهى أقل قليلا من درجة حرارة الجسم ولذلك فإن درجة انصهار زبد الكاكاو هو أحد الأسباب لنوعية الأكل المستحبة للشيكولاته .

ونجد أن الخليط المكون من عدة جلسريدات له درجة انصهار منخفضة عن الدرجة المتوقعة للخليط المحسوبة على أساس درجة انصهار المكونات المنفردة كما أن الخليط يكون له أيضا مدى واسع لدرجات الأنصهار عن أيا من مكوناته وأن الجلسريدات الاحادية والثنائية لها درجة انصهار أعلى من الجلسريدات الثلاثية التى لها تركيب حمض دهنى مماثل .

٥ – تعدد الصور البلورية للدهون Polymorphism of Fats : –

الدهون المتصلبة solidified fats تبدى تعدد فى الصور أى أنها تستطيع أن توجد فى عدة صور بلورية مختلفة ، حسب الظروف التى فيها ترتب الجزيئات نفسها إلى الحالة الصلبة .

فالصورة البلورية للدهون يمكن أن تتغير من انصهار أقل إلى انصهار أعلى متطور على التوالى .

ويتحكم فى معدل التغير فى درجة الانصهار والمدى الذى يصل إليه بواسطة ما يلى : –

أ – التركيب الجزيىء molecular composition .

ب – الشكل العام configuration للدهن .

جـ – ظروف التبلور crystallization condition .

د – درجة الحرارة .

هـ – مدة التخزين duration of storage .

وعموما فإن الدهون المحتوية على تشكيلات متنوعة من الجزيئات (مثل دهن الخنزير المعاد ترتيبه) يظل غير محدد فى صورة البلورية المنخفضة الانصهار ، بينما الدهون المحتوية على تشكيلة محددة نسبيا من الجزيئات (مثل استيارين فول الصويا) تتغير بسهولة إلى أشكال بلورية عالية الانصهار .

ويؤدى التقليب الميكانيكى والحرارى خلال التشغيل والتخزين عند درجات حرارة عالية إلى إسراع من معدل التغير البلورى .

ويؤثر الشكل البلورى للدهن تأثيرا ملحوظا على نقطة الأنصهار وعلى أداء الدهن فى التطبيقات المختلفة التى يستغل فيها .

ويقوم علماء صناعة الأطعمة بالتحكم فى تكوين الشكل البلورى المتعدد Polymorphic crystal formation عند تحضير المسلى والزبد المنزلى ويسود فى هذه المنتجات زيت فول الصويا المهدرج جزئيا . والحصول على منتجات مرغوبة من ناحية : –

أ – اللدانة Plasticity

ب – الوظيفة functionality

جـ – الثبات stability

يجب أن يتبلور المسلى أو الزبد فى الصورة المسماة " بيتا - الاساس beta-prime " ومن خواصها ما يلى : -

أ - درجة انصهارها منخفضة .

ب - ناعمة smooth

جـ - صغيرة small

د - رائقة fine

ويعزز تكوينها فى منتجات زيت الصويا عندما يحتوى على دهون تعزز تكون هذه البلورة مثل زيت بذرة القطن المهدرج أو زيوت النخيل والسبب فى أن المسلى والزبد يكونان ناعمان ومرهميان creamy أنهما يحتوان على دهون " بيتا - الاساس " - بينما تكون خواص الصورة المسماة " بيتا - beta " ما يلى : -

أ - درجة انصهارها عالية .

ب - خشنة . coarse

جـ - كبيرة . large

د - محببة grainy

ويميل زيت فول الصويا المهدرج جزئيا إلى التبلور فى الصورة " بيتا - beta "

الثوابت الطبيعية للزيوت والدهون

تحدد الثوابت الطبيعية نوع الزيت ودرجة نقائه ، ونظراً لأن الزيوت لا تعتبر طبيعيا مواد متجانسة لاحتوائها على العديد من الأحماض الدهنية والجلسريدات الثلاثية فإن ثوابتها تكون دائما فى حدود معينة وليست رقما ثابتا ولكنها على أى حال تسمى ثوابت الزيوت .

ومن الثوابت الطبيعية ما يلى : -

١ - الوزن النوعي (الكثافة النوعية)

Specific Gravity (relative - density)

لا خلاف بين تسميتها بالوزن النوعى أو الكثافة النوعية حيث أنه :

∵ الــوزن = الحجم × الكثافة (القانون العام)

فيكون الكثافة النوعية أو الوزن النوعى يمكن استنتاجه كما يلى : -

$$\frac{\text{وزن الزيت}}{\text{وزن الماء}} = \frac{\text{حجم الزيت} \times \text{كثافة الزيت}}{\text{نفس الحجم من الماء} \times \text{كثافة الماء}}$$

∵ الحجم متساوى بالنسبة للزيت والماء فيكون

$$\frac{\text{وزن الزيت}}{\text{وزن الماء}} = \frac{\text{كثافة الزيت}}{\text{كثافة الماء}}$$

الوزن النوعى أو الكثافة النوعية يعرف " بأنه = النسبة بين وزن حجم معين من الزيت عند درجة حرارة معينة إلى وزن نفس الحجم من الماء عند نفس الدرجة من الحرارة " (أو عند درجة حرارة ١٥,٥° م)

$$\text{أى أن الوزن النوعى} = \frac{\text{وزن الزيت عند درجة حرارة د}}{\text{〃 الماء 〃 〃 〃 د}}$$

ويجب أن تكون المادة الدهنية فى الحالة السائلة

ويمكن تغيير الوزن النوعى من درجة حرارة (د) إلى درجة حرارة أخرى (دَ) من المعادلة التالية :

الوزن النوعى عند درجة حرارة دَ =

$$\frac{\text{وزن الزيت عند درجة حرارة د}}{\text{» الماء » » » د}} + ٠,٠٠٠٦٤ \times (دَ - د)$$

حيث يكون ٠,٠٠٠٦٤ هو معامل تمدد الزيت

وأن (دَ - د) هو الفرق بين درجات الحرارة

وتستخدم المعادلة التالية لحساب الوزن النوعى للزيوت السائلة عند درجة حرارة ١٥°م / ١٥°م .

الوزن النوعى = ٠,٨٤٧٥ + ٠,٠٠٠٣٠ × رقم التصبن .

\+ ٠,٠٠٠١٤ × الرقم اليودى .

وتظهر الكثافة تغيرا خطيا واضحا عند تغير درجات الحرارة وتقل بحوالى ٠,٠٠٠٦٤ لكل زيادة فى درجة الحرارة قدرها ١°م .

وعند درجات الحرارة المنخفضة يكون التغير فى الكثافة أكبر ، فعلى سبيل المثال يكون التغير بحوالى ٠,٠٠٠٦٩ لكل ١°م بالنسبة لزيت بذرة القطن بين درجة حرارة الصفر ودرجة حرارة ٤٠°م .

٢ - الكثافة الظاهرة Apparent Density : -

أن الكثافة النوعية والكثافة الظاهرة لأى نوع من الزيوت تقعان داخل مدى ضيق إذا أجرى التقدير عند درجة حرارة قياسية . وبهذا تكون الأرقام ذات قيمة مميزة فى تحديد درجة نقاء الزيت . ويستخدمان أيضا فى حساب وزن الزيت من قياس حجمه .

أ – في الحالة السائلة : –

تزداد كثافة الأحماض الدهنية وجلسريداتها عندما تكون : –

أ – أوزانها الجزيئية أصغر .

ب – درجة عدم تشبعها أكبر .

ويعتمد التغير فى الكثافة عند تغير درجة الحرارة على ما يلى : –

أ – طول سلسلة الحمض الدهنى .

ب – درجة عدم التشبع .

جـ – مدى درجات الحرارة .

ونحصل على الحجم الجزيىء الجرامى Molar Volume فى الحالة السائلة بقسمة الوزن الجزيىء للمادة على كثافتها .

ب – في الحالة الصلبة : –

الدهون ومشتقاتها تكون كثافتها أكبر وهى فى الحالة الصلبة عن الحالة السائلة وتبدى انكماشا أكبر عند تجمدها وتمدد أكبر عند صهرها عن التمدد الحرارى للصنف الصلب أو الصنف السائل .

ونظرا لأن الدهون الطبيعية تكون عبارة عن مخاليط فإن التغيرات فى الكثافة التى تحدث فى الحالة الصلبة لا تكون دقيقة كما هو الحال للمواد النقية .

٣ – معامل الانكسار Refractive index : –

" يقيس درجة انكسار الضوء عند انتقاله من الهواء للمرور داخل الزيت " .

يحسب معامل انكسار الزيت عند درجة حرارة ٢٥°م .

" " " الدهن " " ٤٠°م .

وإذا استخدمت درجات حرارة مختلفة فإن معامل التصحيح هو ٠,٠٠٠٣٨ درجة انكسار لكل درجة حرارة أعلى من ٢٥ °م للزيت و ٤٠°م للدهن ، ويكون اجمالى مقدار الزيادة = ٠,٠٠٠٣٨ × عد درجات الحرارة – والتى تضاف إلى معامل الانكسار .

يزداد معامل انكسار الدهون والاحماض الدهنية عند : –

أ – زيادة طول سلاسل الكربون (ولكن الفرق بين الأعضاء المتجاورة يصبح أصغر مع زيادة الوزن الجزيىء) .

ب – زيادة الرقم اليودى أى زيادة عدد الروابط المزدوجة .

وعموما فإن معامل انكسار الدهون الطبيعية يرتبط بمتوسط درجة عدم التشبع بخط مستقيم تقريبا .

جـ – زيادة الاحماض التساهمية conjugation acid الموجودة بالعينة .

د – زيادة الكثافة النوعية للمادة الدهنية .

هـ – انفخاض درجة الحرارة .

وقد وجد أن :

أ – معامل انكسار الجلسريدات البسيطة يكون أكبر من معامل انكسار الاحماض الدهنية المقابلة .

ب – معامل انكسار الجلسريدات المختلطة يكون قريبا من معامل انكسار مخاليط الجلسريدات البسيطة المقابلة .

جـ – معامل انكسار الجلسريدات الاحادية يكون أكبر من معامل انكسار الجلسريدات الثلاثية البسيطة المقابلة .

د – أثنا عملية الهدرجة حيث تقل درجة عدم التشبع وبالتالى يقل معامل الانكسار .

ومن هذه العلاقة يمكن معرفة درجة عدم التشبع بمعرفة معامل الانكسار بدلا من اجراء الرقم اليودى .

٤ – اللزوجة Viscosity : –

و " تقيس الاحتكاك الداخلى inter frection بالجزيئات " ، وتدين الزيوت بلزوجتها العالية نسبيا إلى التجاذب بين الجزيئات للسلاسل الطويلة لجزيئات الجلسريد .

وعموما فإن اللزوجة تنخفض عند : –

أ – ارتفاع درجة عدم التشبع (وتزداد قليلا بالهدرجة)

ب – انخفاض الوزن الجزيئ للاحماض الدهنية (مع ثبات درجة عدم التشبع) .

جـ – عند ارتفاع درجة الحرارة (وهو تغير بسيط) .

د – لا تختلف لزوجة الزيوت الشائعة بمقدار كبير .

وقد وجد أن : –

أ – زيت الخروع لزوج جدا عن الزيوت الأخرى بسبب محتواه المرتفع من حمض ricinoleic acid الذى يكون روابط ايدروجين بين الجزيئات بسهولة .

ب – (مع ثبات درجة عدم التشبع) ترتفع لزوجة الزيوت التى تحتوى على حمض Erucic acid مثل زيت اللفت Rape seed oil عن الزيوت الأخرى التى تحتوى على ك ١٦ و ك ١٨ .

٥ – درجة الانصهار Melting-point

(درجة الانزلاق ، الطفو ، السقوط) (Slip , flow , drop point)

هى درجة الحرارة التى يتحول عندها الدهن من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (أى يحدث انصهار بدرجات محددة) ويتحرك عندما يخضع لضغط محدد .

وعندما تكون الزيوت نقية فإن مدى درجة انصهاره لا تزيد عن ٠,٥ °م إلى ١ °م .

وقد وجد أن : -

أ - تزداد درجة الانصهار للأحماض الدهنية عند زيادة طـــول السلسلـــة .

ب - تقل " " " " " " درجة عدم التشبع .

ومن المؤكد أن درجة انصهار الدهن لها علاقة بسيطة جدا بدرجات الصلابة وتعتمد على الطريقة التى تم بها تجمد الدهن .

٦ - التتر Titre : -

عند تبريد الاحماض الدهنية السائلة أو المنصهرة الجافة لتجميدها تحت ظروف قياسية وملاحظة الانخفاض فى درجة الحرارة وعند لحظة تكوين بلورات الدهن وانفصالها نجد أن درجة الحرارة إما أن تثبت لمدة ٣٠ ثانية أو تبدأ فى الارتفاع فى أقل من ٣٠ ثانية. أى أن الحرارة لا تستمر فى الحال بسبب تأثير الحرارة الكامنة المنطلقة من البلورات أثناء تجميدها .

وإذا كانت ظروف التجربة مثالية فإنه يسهل على الحمض اطلاق أعلى درجة حرارة كامنة .

تعريف درجة التتر : -

" هى أعلى درجة حرارة تصل إليها الأحماض الدهنية عندما يحدث ارتفاع فى درجة الحرارة بسبب انطلاق الحرارة الكامنة لتجمد بلورات الأحماض الدهنية " .

وهى ذات أهمية خاصة وتتأثر بطريقة تحضير خليط الأحماض الدهنية من الدهن وتعتمد على ما يحتويه الخليط من أحماض دهنية مشبعة وغير مشبعة ويعتمد عليها فى : -

١ - معرفة صلابة الصابون .

٢ - معرفة صلابة الدهون الغذائية الطبيعية .

الثوابت الكيميائية للزيوت والدهون

١ – الرقم اليودي Iodine Value : –

" هو عدد جرامات اليود (أو الهالوجين المكافىء) الممتص بواسطة ١٠٠ جرام من الزيت أو الدهن أو الشمع تحت ظروف قياسية .

وهو يقيس فى الواقع عدد الروابط المزدوجة الموجودة والتى تدل على درجة عدم التشبع .

ويجري الاختبار بطريقتان هما :

أ – طريقة ويجز Wijs ويستخدم فيها محلول أحادى كلوريد اليود

ب – " هانز Hanus ويستخدم فيها محلول أحادى بروميد اليود

ويوجد فرق ضئيل بين تقدير الرقم اليودى الناتج بكلا الطريقتين إلا أن هذا الفرق لا يزيد كثيرا عن الخطأ التقديرى التجريبى فى تقدير الرقم اليودى فى العينة نفسها .

وكلما زادت قيمة الرقم اليودى دل على زيادة عدد الروابط المزدوجة وبالتالى على زيادة عدم التشبع ويعنى ذلك أن المادة الدهنية تحتوى على نسبة عالية من الأحماض الدهنية الغير مشبعة أو أن الزيت سائل عند درجة حرارة الغرفة وأنها عرضة للتزنخ .

ويكون الزيت جـــــاف عند رقم يودى أكبر من ١٣٠

" " نصف جاف " " " ٩٠ – ١٣٠

" " غيـر " " " " أقل من ٩٠

٢ – رقم الحمض Acid Value (AV) : –

هو عدد ملليجرامات أيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لمعادلة الأحماض الدهنية الحرة الموجودة فى جرام واحد من الزيت أو الدهن .

$$\text{رقم الحمض} = \frac{\text{عدد سنتيمترات القلوى} \times \text{عياريته} \times ٥,٦١}{\text{وزن العينة}}$$

٣ – نسبة الاحماض الدهنية الحرة

Free Fatty Acids (F F A) : –

أ – طريقة الحساب الأولي

نسبة الأحماض الدهنية الحرة

$$= \frac{\text{عدد سنتيمترات القلوى} \times \text{عياريته} \times \text{الوزن الجزيىء للحمض السائد}}{\text{وزن العينة} \times ١٠٠}$$

وإذا كان الحمض السائد هو الأوليك (وزنه الجزيىء = ٢٨٢)

أو اللوريك (" " = ٢٠٠)

أو البالمتيك (" " = ٢٥٨)

فيكون : –

نسبة الأحماض الدهنية الحرة (كحمض أوليك)

$$= \frac{\text{عدد سنتيمترات القلوى} \times \text{ع} \times ٢٨,٢}{\text{وزن العينة}}$$

أو " " " " (" لوريك)

$$= \frac{\text{عدد سنتيمترات القلوى} \times \text{ع} \times ٢٠,٠}{\text{وزن العينة}}$$

أو " " " " (" بالمتيك)

$$= \frac{\text{عدد سنتيمترات القلوى} \times \text{ع} \times ٢٥,٨}{\text{وزن العينة}}$$

ب - طريقة الحساب الثانية : -

∵ ٥٦,١ جم بوايد تتفاعل مع ٢٨٢ جـــرام حمض أوليك

أو ٥٦,١ ملليجرام بوأيد " ٢٨٢ ملليجرام "

فيكون ١ ملليجرام بوأيد (وهى تعادل رقم حمض = ١) = $\frac{٢٨٢}{٥٦,١}$ = ٥,٠٣ ملليجرام أوليك .

ويكون النسبة المئوية لحمض الأوليك المكافىء لرقم حمض ١

= $\frac{٥,٠٣ \times ١٠٠}{١٠٠٠}$ = ,٥٠٣ جم بوأيد

∴ الاحماض الدهنية الحرة كحمض أوليك = رقم الحمض A . V × ٠,٥٠٣

أو أن كل ١ وحدة من رقم حمض A . V = ٠,٥٠٣ ٪ FFA

٤ - رقم التصبن Saponification Value (S . V) : -

" هو عدد ملليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم اللازمة للتصبن الكامل لجرام واحد من الزيت أو الدهن وهو يدل على متوسط الوزن الجزيىء للجلسريد الثلاثى .

الوزن الجزيىء = $\frac{٥٦,١٠٠}{\text{رقم التصبن}}$

٥ - رقم التعادل Neutralization Value : -

هو عدد ملليجرامات أيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة للتصبن الكامل لجرام واحد من الأحماض الدهنية . وهو يدل على متوسط الوزن الجزيىء للأحماض الدهنية .

٦ - رقم الاستر Ester Value (E . V) : -

رقم الاستر = رقم التصبن - رقم الحمض

ويعرف " بأنه عدد ملليجرامات أيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتصبن ١ جرام من الزيت المتعادل (أى الجلسريد الثلاثى) الخالى من الأحماض الدهنية الحرة " .

ورقم الاستر يمثل رقم تصبن الجلسريد المتعادل لجرام واحد من المادة إذا كانت العينة خالية من الاحماض الدهنية الحرة .

ويمكن حساب نسبة الجلسرين الناتج من تصبن العينة وهو = رقم الاستر ×٥٤٦٦, ٠

٧ - مكافيء التصبن Saponification Equivalent : -

وهو عدد جرامات الدهن التى تتصبن بـ ٥٦,١ جرام (أى مكافيء واحد) من ايدروكسيد البوتاسيوم . وإذا كان الدهن مكرر ويتكون أساسا من الجلسريدات الثلاثية فإن مكافيء التصبن = $\frac{١}{٣}$ وزن المادة الدهنية .

٨ - المواد الغير قابلة للتصبن Unsaponifiable Matter

(non - saponifiable-matter)

هى المواد الموجودة فى الزيت أو الدهن التى بعد تصبنها بالقلوى المركز والاستخلاص بالمذيب المعين (تحت ظروف خاصة) لا تتطاير بالتجفيف عند درجة حرارة ٨٠ °م .

٩ - رقم الايدروكسيل (أو الاستيل)

-: Hydroxyl (or Acetly) Value

عندما تحتوى بعض الزيوت على جلسريدات بها مجموعة أو أكثر من مجموعات الايدروكسيل OH فإنه يمكن معرفة نسبتها بإحلال مجموعة استيل acetyl بدلا من ايدروجين هذه المجموعة وبذلك فإن هذا الرقم يحسب عدد مجموعات الايدروكسيل فى الاحماض الدهنية أو الزيت .

أ - رقم الايدروكسيل Hydroxyl Value : -

" هو عدد ملليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لمعادلة حمض الخليك acetic acid الذى اتحد مع ١ جرام من الزيت عند استلته acetylation " .

ب - رقم الاستيل Acetyl Value : -

" هو عدد ملليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لمعادلة حمض الخليك الذى نحصل عليه عند تصبن ١ جرام من الزيت المؤستل acetylated oil " .

١٠ - رقم ريخيرت ميسل	Reichert - Meissl Value
١١ - " بولينسكــــى	Polenské Value
١٢ - " كيرشنــــــر	Kirschner Value

يحضر خليط من الاحماض الدهنية المشتقة من الدهن أو الصابون ثم تقطر تحت ظروف قياسية وعلى ناتج التقطير تجرى الاختبارات .

التعريف : -

هو عدد ملليلترات ml ايدروكسيد الصوديوم ١ , ٠ ع اللازمة لتعادل الاحماض الدهنية فى ناتج التقطير " .

أ - اختبار ريخيرت ميسل :

ويجرى على الاحماض الدهنية الطيارة القابلة للذوبان فى الماء وهو خاص باللبن والزبد والدهن .

ب - اختبار بولينسكي : -

ويجرى على الاحماض الدهنية الطيارة الغير ذائبة فى الماء وهو خاص بزيوت اللوريك مع بعض الدلائل عما إذا كانت زيت جوز هند أو نوى نخيل وهو ذو أهمية خاصة لصانع الصابون .

جـ - اختبار كيرشنر :

ويجرى على حمــض البيوتيريــك butyric acid بصفة خاصـة وحمــض فاليريك Valeric acid .

١٣ - **اختبـار هالفن** Halphen test (يعطى لون أحمر فاقع) ، يستـخدم للكشف عن وجود زيت بذرة القطن ولو كان موجودا بكميات ضئيلة .

١٤ - **اختبار كريس** Kriess test يستخدم للكشف عن تزنخ الزيت .

التقسيم الثاني للزيوت والدهون

وفيه تقسم الزيوت والدهون حسب أصلها الى ما يلى : –

١ – مواد دهنية حيوانية : ومنها : –

أ – صلـب (درجة انصهاره ٤٥ – ٥٠°م)

مثـل : شحم الضأن – الماعز – البقر – الجاموس .

ب – لـين Soft (درجة انصهاره ٣٠ – ٤٠°م)

مثـل : شحم الخيل – الخنزير – دهن العظم – الصوف – الزبد

جـ – سائل

مثل : زيت السمك – زيت الحوت .

٢ – مواد دهنية نباتية : ومنها : –

أ – صلـب

مثل : زيت جوز الهند – زيت نوى النخيل .

ب – لـين

مثل : زيت النخيل .

جـ – سائل : وينقسم إلى : –

١ – جاف : (ورقمه اليودى أكبر من ١٣٠)

مثل : زيت الجوز – زيت بذر الكتان – زيت فول الصويا – زيت عباد الشمس .

وصابون هذه الزيوت الجافة عرضة للأكسدة والتزنخ وعدم التلوين .

٢ – نصف جاف : (ورقمه اليودى بين ٩٠ – ١٣٠)

مثل : زيت جرمة الارز – زيت رجيع الكون – زيت بذرة القطن .

٣ – غير جاف : (رقمه اليودى أقل من ٩٠)

مثل : زيت الفول السودانى – زيت الزيتون – زيت الخروع – زيت اللوز .

التقسيم الثالث للزيوت والدهون

وهو تقسيم آخر من وجهة نظر بعض صناع الصابون ويقوم على تقسيم الدهون إلى :

١ – زيوت الجوز : –

مثل زيت جوز الهند – زيت نوى النخيل – زيت البابابسو .

وتتصف زيوتها باحتوائها على نسبة عالية من أحماض اللوريك المنخفضة الوزن الجزيىء .

٢ – دهون صلبة : –

مثل زيت النخيل – دهن البقر – دهن الضأن – الزيوت المهدرجة .

وتحتوى على كميات معقولة من أحماض البالمتيك والاستيارين المشبعة .

٣ – زيوت طرية : –

مثل زيت الزيتون – زيت بذرة القطن – زيت الفول السودانى – زيت الخروع – الزيوت البحرية – زيت الصنوبر – القلفونية .

وتحتوى على نسب هامة من الأحماض الغير مشبعة مثل الأوليك واللينوليك واللينولينيك .

وقد أصبحت الزيوت الطرية المهدرجة بالنسبة لصانع الصابون مادة خام صلبة حديثة ونظيفة وجيدة النوعية وقد تم هدرجة زيت الفول السوداني وزيت بذرة القطن والزيوت البحرية وخاصة زيت الحوت لاستخدامها في صناعة الصابون وتجرى الهدرجة انتقائيا .

التقسيم الرابع للزيوت والدهون

وهذا التقسيم له أهمية كبيرة عند صناع الصابون اذ يساعد على : -

١ - الطريقة التي يمكن استخدامها لتصنيع الصابون (الطريقة الباردة أو النصف ساخنة أو الساخنة) .

٢ - امكانية صناعة صابون يذوب في الملح أو الصابون الطبي .. الخ .

٣ - تكوين نسب المواد الدهنية التي تعطى الخليط اللازم لصناعة الصابون .

وفيه تقسم المواد الدهنية إلي : -

أ - مواد دهنية غروية : -

وتشمل زيت جوز الهند وزيت نوى النخيل وزيت الباباسو (وهي زيوت الأنوية) ومن خواص هذه الدهون ما يلي : -

١ - تستخدم في انتاج الصابون الغروى والصابون المصنوع على البارد في درجة الحرارة العادية أو الطريقة نصف الساخنة (٧٠°م) اما بمفردها أو مخلوطة مع المواد الدهنية الحبيبية بنسب مقبولة .

٢ - تتصبن بسهولة في محلول الصودا الكاوية المركزة (٣٨ - ٤٠ بومى) وفي درجة الحرارة العادية بدون تسخين . وتسمى هذه العملية بالتصبن على البارد ويطلق التفاعل حرارة ذاتية تصل إلى درجة ٩٥°م بدون تسخين خارجى وهي

الدرجة الكافية لتصبنه تصبنا كاملا مع الخلط الجيد .

٣ – تكون مستحلب مع محلول الصودا الكاوية المخفف .

٤ – الصابون المصنوع منها ثابت نحو الايونات الاخرى ولا يتأثر بها إلا فى المحاليل المركزة .

٥ – صابونها يذوب فى الماء اليسر والعسر وفى ماء البحر بسهولة مع انتاج رغوة جيدة .

٦ – صابونها لا يمكن فصله بالملح بسهولة إلا إذا أضيف إليه مقدار ٢٠ ٪ من المواد الدهنية الحبيبية .

٧ – صابونها يقبل الاضافات (المواد المالئة) وكذلك الماء بكميات كبيرة .

٨ – صابونها عبارة عن مواد جيلاتينية إذا استخدمت بمفردها ولم تملح .

ب – مواد دهنية حبيبية : –

وهى جميع المواد الدهنية النباتية والحيوانية فيما عدا زيت جوز الهند وزيت نوى النخيل وزيت الباباسو – أى فيما عدا زيوت الانوية .

ومن خواصها ما يلي :

١ – تتضمن تدريجيا بمحلول الصودا الكاوية الخفيفة مع التسخين .

٢ – تتصبن بصعوبة وقد لا تتصبن اذا أضيف إليها محلول الصودا الكاوية المركزة مع الغليان .

٣ – يمكن تصبينها مع محلول الصودا الكاوية المركزة عند درجة حرارة لا تتعدى درجة ٧٠°م .

٤ – صابونها له حساسية شديدة نحو الايونات .

٥ – صابونها لا يذوب فى محلول الملح الخفيف (الماء العسر) ويمكن فصله بالملح

بسهولة .

٦ – صابونها لا يقبل الاضافات بسهولة .

٧ – تنتج أحسن أنواع الصابون المتعادل .

٨ – صابونها عبارة عن حبيبات متجمعه .

الباب الثاني

نتحدث فيه عن المركبات الأخرى غير الجلسريدات الثلاثية التى توجد بنسبة حوالى ٥ ٪ فى الزيوت والدهون الخام . وتؤثر على صفاتها .

وتنقسم هذه المركبات إلى مجموعتان هما : -

المجموعة الأولى :

وهى مركبات نتجت من تحلل جزئى أو كلى للجسريدات الثلاثية

المجموعة الثانية :

وهى مكونات غير جلسريدية Nonglyceride Components

المجموعة الأولي

وهى مركبات نتجت من تحلل جزئى أو كلى للجلسريدات الثلاثية (للزيوت والدهون) وهى : –

١ – الجلسريدات الأحادية والثنائية

Mono - and - Diglycerides

وهى عبارة عن استرات أحادية وثنائية mono - and - diesters للأحماض الدهنية والجلسرول . والصيغة البنائية النموذجية العامة لهما يبينهما الشكل التالى : –

$$\begin{array}{c} R_1 - COO - CH_2 \\ | \\ HO - CH \\ | \\ HO - CH_2 \end{array} \qquad \begin{array}{c} HO - CH_2 \\ | \\ R_1 - COO - CH \\ | \\ HO - CH_2 \end{array}$$

1 (or α) - Monoglyceride   2 (or β) - Monoglyceride

$$\begin{array}{c} R_2 - COO - CH_2 \\ | \\ R_1 - COO - CH \\ | \\ HO - CH_2 \end{array} \qquad \begin{array}{c} R_2 - COO - CH_2 \\ | \\ HO - CH \\ | \\ R_1 - COO - CH_2 \end{array}$$

1,2 - Diglyceride   1,3 - Diglyceride

وهذان المركبان يعملان كعوامل استحلاب emulsifiers ويستخدمان بكثرة فى المواد الغذائية لهذا الغرض .

– ويوجدان طبيعيا بكميات صغيرة فى كل من الزيوت النباتية والدهون الحيوانية .

– ويحضران صناعيا بصورة تجارية بواسطة .

أ – تفاعل الجلسرول مع الجلسريدات الثلاثية .

ب – استرة الجلسرول مع الاحماض الدهنية .

٢ – الاحماض الدهنية Free Fatty Acids : –

وهى الاحماض الدهنية الغير متحدة التى تحتويها الدهون الخام وتوجد فيهما بنسبة مختلفة وتنخفض هذه النسبة بعملية التكرير حيث تصل فى العادة فى الزيوت والدهون المكررة والمجهزة للأغراض الغذائية الى اجزاء من المائة من ١ ٪ .

المجموعة الثانية

وهى مكونات غير جلسريدية تصل نسبتها فى الزيوت والدهون الخام الى أقل من ٥٪ بينما تصل نسبتهما فى الزيوت المكررة إلى أقل من ٢ ٪ .

ومن الناحية العملية تنقسم إلى ثلاثة أقسام هى : –

أ – مكونات تزال تماما أو بكثرة أثناء عملية التكرير ومن ثم لا تظهر فى المنتجات المصنعة .

ب – مكونات غير واضحة النكهة flavour أو الرائحة أو اللون وتكون خاملة نسبيا من الناحية الكيميائية ، ومن ثم فإن وجودها فى الزيوت قليل الأهمية .

جـ – مكونات لها خواص مضادة للأكسدة أو ذات نكهة قوية أو شديدة التلوين ويمكن اعتبارها ذات تأثير على خواص الدهن حتى لو كانت موجودة بكمية ضئيلة .

وفيما يلى سوف نهتم بها من حيث أهميتها العلمية وسوف تناقش على أساس تكوينها الكيميائى وهى كما يلى : –

١ – مكونات توجد أساسا في الزيوت والدهون الخام : –

وهى مكونات غير جلسريدية تزال تماما أو بكثرة أثناء التشغيل ، وتتفاوت كميتها

بالزيوت والدهون الخام المختلفة فنجد أن : -

أ - كميتها كبيرة فى زيوت بذرة القطن والصويا والذرة .

ب - كميتها متوسطة فى زيوت جوز الهند والنخيل والزيتون والفول السودانى .

جـ - كميتها منخفضة فى شحم البقر الغذائى ودهن الخنزير .

كما تتفاوت إلى حد كبير الكمية الممكن ازالتها ، إلا أن الجزء الأكبر منها يزال من معظم الزيوت والدهون بإحدى طريقتان هما : -

أ - طريقة الغسيل بالماء hydration

ب - طريقة التجميع بالقلوى combination وهى طريقة التكرير العادية .

ومن أهم المكونات الموجودة بالمواد الدهنية الخام ما يلى : -

الفوسفاتيدات Phosphatides : -

بالرغم من أن دهون أجسام الحيوانات تحتوى على كمية منخفضة من الفوسفاتيدات إلا أن الأعضاء المختلفة قد تحتوى على كميات كبيرة .

الفوسفاتيدات الموجودة في بعض الدهون الحيوانية الخام

الدهن	نسبة الفوسفاتيدات ٪
الزبد	٠,٦ - ١,٤
دهن البقر	٠,٠٧
" الخنزير	٠,٠٥
" الضأن	٠,٠١
صفار البيض	٢٠ر-

الفوسفاتيدات الموجودة في الزيوت النباتية الخام

الزيـــت	نسبــة الفوسفــاتيـدات ٪	على صورة فوسفـور (جزء فى المليـون)
فول الصويا	١,١ – ٣,٢ (المتوسط ١,٨)	٣١١– ٩٤٠
الـــذرة	١– ٢	
القمـــح	٠,٠٨– ٢,٠٠	
بذرة القطـن	٠,٧– ٠,٩	
الارز	٠,٥	
الكتـــــان	٠,٣	
الفول السوداني	٠,٣– ٠,٤	٩٥– ١٩٠
السمســـم	٠,١	
اللفـــت	٠,١	
زيت عباد الشمس	٠,٥– ٠,٩	١٦٠– ٢٨٠

الفوسفاتيدات (٪) × $\frac{١٠٤}{٣١,٧}$ = الفوسفور (جزء في المليون)

وتتغير تماما نسبة الفوسفاتيدات الموجودة بالزيوت النباتية الخام حسب : –

- نـــــوع النبـــات .
- نضج البذور عند استخلاص الزيت .
- طريقة الاستخلاص .
- المناخ .
- طبيعة التربة ... الخ ..

وفـــــى العــــادة تـتـكـــون الفــوســفــاتـيـــــدات من كـحــــولات عــديـــدة الايدروكســــيل Polyhydric Alcohols (وليس دائما الجلسرول) متحدة مع كل من : -

أ - أحماض دهنية .

ب - حـمض الفـوسـفـوريك ؛ والذى بدوره مـتـحـد مع مـركب يحـتـوى على قـاعـدة نيتروجينية مثل : -

الكولـيـــــن	Choline
البتيـــــان	Betaine
ايثانول أمين	Ethanol Amine

والفوسفاتيدات الشائع وجودها فى الزيوت والدهون الغذائية هما : -

أ - الليسيثين Lecithin (يذوب في الكحول) : -

ويمكن اعتباره جلسريد ثلاثى استبدل فيه حمض دهنى واحد وحل محله حمض فوسفوريك الذى بدوره يكون استر مع مادة الكولين التى هى الأساس النيتروجينى .

ب - السيفالين Cephalin (لا يذوب في الكحول) : -

ويمكن اعتباره جلسريد ثلاثى استبدل فيه حمض دهنى واحد وحل محله حمض فـوسـفـوريك الذى بدوره يكون استـر مع هيـدروكسى ايثيل أمين التى هى الأسـاس النيتروجيـنى .

وقد تختلف الاحماض الدهنية وقد تكون مشبعة أو غير مشبعة .

جـ - سفنجوميلينات Sphingomyelins : -

وهى مجموعة شائعة أخرى من الفوسفاتيدات وتحتوى على : -

- أحماض دهنية .

- حمض فوسفوريك متحد مع قاعدة سفنجوسين sphingosine النيتروجينية.

ولكن بدون جلسرول .

د - فوسفاتيدات ليبوسيتول - أو - فوسفاتيدات اينوستول : -

Lipositols - or - Inositol phosphatides

وهى نوع آخر شائع من الفوسفاتيدات النباتية ويحتوى على : -

- اينوستول inositol
- خليط من الاحماض الدهنية .
- حمض فوسفوريك .
- ايثانول أمين
- حمض طرطريك
- جلاكتوز
- سكريات أخرى

وعينة واحدة من فوسفاتيدات زيت فول الصويا تتكون تقريبا من : -

٢٩ ٪ ليسيثـين

٣١ ٪ سيفالـين

٤٠ ٪ اينوستول

وتحتوى فوسفاتيدات الأسماك على تركيبات مشابهة

والشكل التالي يبين التركيب البنائي للفوسفاتيدات

$$
\begin{array}{l}
\text{H} \\
\quad | \\
\text{H - C - OCOR}_1 \\
\quad | \\
\text{H - C - OCOR}_2 \\
\quad | \\
\text{H - C — O - }\overset{\text{O}}{\text{P}}\text{ - OCH}_2\text{CH}_2\text{N(CH}_3)_3 \\
\quad | \qquad\qquad \backslash\text{— O —}\lrcorner \\
\text{H}
\end{array}
$$

α - Lecithin

$$
\begin{array}{l}
\text{H} \\
\quad | \\
\text{H - C - OCOR}_1 \\
\quad | \\
\text{H - C - OCOR}_2 \\
\quad | \\
\text{H - C} \quad \text{O - }\overset{\text{O}}{\text{P}}\text{ - OCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \\
\quad | \qquad\quad | \\
\text{H} \qquad \text{O} \\
\qquad\quad\;\; \text{H}
\end{array}
$$

α - Cephalin

$$
\begin{array}{l}
\text{CH}_3\text{(CH}_2\text{)12CH = CH - }\underset{\text{H}}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}\text{ - }\underset{\text{NH - C = O - (CH}_2\text{)22 - CH}_3}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}\text{ - CH}_2\text{ - O - }\underset{\text{OH}}{\overset{\text{O}}{\overset{||}{\text{P}}}}\text{ - OCH}_2\text{CH}_2\text{N+(CH}_3)_3 \;\; \text{O}^-\text{H}
\end{array}
$$

Sphingomyelin

مركبات أخري Other compounds : -

مثل : -

أ - الكربوهيدرات : وتظهر فى صورتها الحرة أو المتحدة مرافقة للفوسفاتيدات فى الزيوت النباتية .

ب - الجالاكتوز galactose وتظهر بأنها جزء أساسى فى مادة inositol phosphatides

جـ - مادة B - glucoside - Lecithin complex وتوجد فى فوسفاتيدات زيت فول الصويا .

د - مادة (phytosteroline) glucose - phytosterol complex أمكن فصلها من زيت بذرة القطن .

هـ - مادة رافينوز raffinose

مادة بنتوسانز pentosans

وتوجدان فى زيت بذرة القطن الخام وأمكن فصلهما من الزيت بعد تركه للراحة فترة من الزمن . وتوجدان بكميات كبيرة فى الراسب المنفصل .

و - نواتج تحلل البروتين : -

تذوب نواتج تحلل البروتين بدرجة كافية فى الزيت أو تنتشر فيه . وتظهر بكميات معقولة فى بعض الزيوت والدهون ، وتتطابق كميتها مع مدى التحلل المائى الذى حدث لبروتينات البذور أو الأنسجة الحيوانية الذى استخرج منها الزيت . ومن ثم فإنها تكون أكبر فى الزيوت المستخرجة من المواد التالفة . وقد وجد أن زيت بذرة القطن الخام يحتوى على : -

- مادة البروتيوزات proteoses
- مادة الببتونات peptones

٢ – مكونات موجودة بالزيت المكرر قليلة الأهمية : –

ووجود هذه المكونات بالزيت لا تضره ومنها الاستيرولات sterols وهو اسم شامل خصص للكحولات الغير قابلة للتصبن المتعادلة المتبلورة عالية درجة الانصهار .

والاستيرولات مكونات ثانوية تميز كل الزيوت والدهون الطبيعية وفى أغلب الحالات تكون هى الجزء الأكبر للمواد الغير قابلة للتصبن . فعلى سبيل المثال نجد أن نسبة المواد الغير قابلة للتصبن فى زيوت جرمه القمح wheat germs oils تتراوح ما بين ١,٦ – ٢,٧ ٪ نسبة الاستيرولات فيها ٧٠ – ٨٥ ٪ .

والجدول التالي يبين نسبة الاستيرولات في بعض الدهون الخام .

الدهـــن	نسبة الاستيرول فى الزيــوت والدهـون
شحـم البقـــر	٠,١٤-٠,٠٨
الــزبـــد	٠,٥٠-٠,٢٤
زيــت الخـــروع	٠,٥
زيــت الكاكـــاو	٠,٢٠-٠,١٧
زيــت جوز الهند	٠,٠٨-٠,٠٦
زيــت كبد الحوت	٠,٥٤-٠,٤٢
زيــت الـــذرة	٠,٥٨-١ر -
زيــت بذر القطـن	٠,٣١-٠,٢٦
زيــت السمك (اليابانى)	٠,٣
الخنزيـــر	٠,١٢-٠,١١
زيــت الكتـــان	٠,٤٢-٠,٣٧
شحم الضـــأن	٠,١-٠,٠٣
زيــت الزيتـــون	٠,٣١-٠,٢٣
زيــت النخيـــل	٠,٠٣
زيــت نوى النخيل	٠,١٢-٠,٠٦
زيــت الفول السودانى	٠,٢٥-٠,١٩
زيــت بذر الخشخاش	٠,٢٥
زيــت بذر اللفـــت	٠,٥٠-٠,٣٥
زيــت رجيع الكون	٠,٥٧
زيــت السمســـــم	٠,٥٥-٠,٤٣
زيــت فول الصويا	٠,٣٨-٠,١٥
زيــت جرمة القمح	١,٧-١,٣

ويختلف نوع وكمية استيرولات الزيوت النباتية حسب مصدر الزيت .

وفى العادة تعتبر الاستيرولات قليلة الأهمية لخبير تكنولوجيا technologist الزيوت لأنها خاملة نسبيا . ولا تشارك بأى قدر من الأهمية فى خواص الزيوت واستخلاصها من الزيوت له أهميته من حيث أنها مواد أولية لتخليق الهورمونات وللتحضير الصناعى لفيتامين D . ويمكن فصلها من المكونات الغير قابلة للتصبن الأخرى للدهون بواسطة التبلور التجزيىء fractional crystallization . ويمكن تركيزها من الزيوت بدون تصبن الزيت بواسطة التقطير الجزيىء molecular distillation .

وتوجد الاستيرولات فى الزيوت والدهون فى صورة حرة ، وعلى شكل استرات أحماض دهنية وعلى شكل جلوكوسيدات glucosides .

والاستيرولات هى مجموعة من المواد التى تحتوى على نواة استيرولية مضاف إليها سلسلة جانبية مكونة من ٨ إلى ١٠ ذرات كربون ومجموعة كحول .

وبالرغم من أن الاستيرولات توجد فى كل من الزيوت النباتية والدهون الحيوانية – إلا أنه يوجد اختلاف جوهرى بيولوجى بين تلك التى توجد فى الزيوت النباتية والتى توجد فى الدهون الحيوانية – فنجد أن : –

– الكلستيرول cholesterol هو الاستيرول السائد والمميز للدهن الحيوانى ويوجد بكميات ضئيلة فى الزيوت النباتية .

– الفيتوستيرول : وهو اسم شامل للاستيرولات النباتية وفى الواقع هو عبارة عن خليط وأكثرها شيوعا هما : –

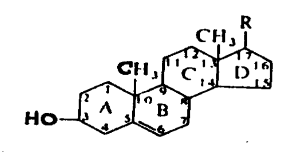
أ – بيتاسيتوستيرول B - sitosterol $C_{29} H_{50} 0$: –

وهو واسع الانتشار كما أنه الاستيرول الرئيسى لزيت بذرة القطن .

ب – ستجماستيرول Stigmasterol $C_{29} H_{48} 0$: –

وهو الاستيرول الرئيسى لزيت فول الصويا .

والشكل التالي يبين التركيب البنائي للاستيرولات :



وفى حالات خاصة ، ذكرت الاستيرولات الثلاثة وكانت فيها مجموعة الالكيل – R هى:-

$R = -CH(CH_3)(CH_2)_3CH(CH_3)_2$	Cholesterol
$R = -CH(CH_3)CH_2CH_2CH(C_2H_5)CH(CH_3)_2$	β-Sitosterol
$R = -CH(CH_3)CH=CHCH(C_2H_5)CH(CH_3)_2$	Stigmasterol
$R = -CH(CH_3)CH=CHCH_2CCH(C_2H_5)(CH_3)_2$	α-Spinasterol (double bond at 7,8)
$R = -CH(CH_3)CH=CHCH(CH_3)CH(CH_3)_2$	Ergosterol (double bonds at 5,6 and 7,8)

وتستخدم الاستيرولات كوسيلة للتميز بين الدهون النباتية والحيوانية الاصل ، حيث نجد أن درجة انصهار اسيتات الكولستيرول ١٤٤°م وهى فى الواقع أدنى درجة انصهار اسيتات أى فيتوستيرول (١٢٦ - ١٢٧°م) وإذا وجدت نسبة صغيرة من الزيوت النباتية مختلطة بالشحم الحيوانى أمكن الكشف عنها ، ولكن الكشف عن الدهون الحيوانية فى الزيوت النباتية يكون أقل تأكيدا بسبب تنوع الاستيرولات فى الخليط الأخير .

الكحولات الدهنية Fatty Alcohols : -

الكحولات طويلة السلسلة قليلة الأهمية فى معظم الدهون الغذائية وقد توجد فى صورتها الحرة أو متحدة مع الاحماض الدهنية مكونة استر يسمى بالشمع .

فالشمع هو استرات كحولات أحادية الهيدروكسيل عالية الوزن الجزيىء متحدة مع

أحماض دهنية عالية . وقد يوجد معه أحماض دهنية حرة وبعض الهيدروكربونات العالية .

وكميتها قليلة الأهمية فى الزيوت النباتية والحيوانية البرية . وعلى كل حال فإن بعض الزيوت النباتية مثل زيت بذر الكتان والذرة وفول الصويا تحتوى على كميات كافية من الشمع المستخرج من غشاء البذور مما تتسبب فى تغبشه cloud اذا برد إلى درجة حرارة منخفضة ومحتوى شمع غشاء البذور أقل من ٠,٠٠٥ ٪ .

وتحتوى بعض الزيوت البحرية على كميات كبيرة من الشمع .

الهيدروكربونات عديمة اللون Colorless Hydrocarbons : -

تحتوى معظم الدهون على كميات صغيرة تتراوح ما بين ٠,١ - ٠,٠٠١ ٪ من الهيدروكربونات المشبعة والغير مشبعة والتى تظهر مع الاستيرولات في الجزء الغير قابل للتصبن وأكثر الهيدروكربونات أهمية وسعة فى الانتشار مادة سكوالين squalene $C_{30}H_{50}$ المرتفعة فى عدم التشبع . وهى مادة عديمة اللون لأن روابطها الثنائية ليست تبادلية conjugated وتركيبه البنائى يتعلق بالكاروتينات carotenes

نسبة الكاولين في بعض الدهون الهامة تجاريا

الدهـــن	كميـة الاسكواليـن مليجـرام لكـل ١٠٠ جـرام دهــن (المتوسـط)	(المــدى)
زيـــت الزيتـــون	٣٨٣	٧٠٨-١٣٦
" الـــذرة	٢٨	٤٢-١٦
" الفول السوداني	٢٧	٨ - ٤٩
" اللفـــت	٢٦	٢٨-٢٤
" عباد الشمس	١٢	٨ - ١٩
" الصويـا	١٢	٥ - ٢٢
" بـذرة القطـن	٨	٣ - ١٥
" بـــذر الموستارد	٧	٧
" بـــذر السمسم	٥	٣ - ٩
" الكتـــان	٤	٤
" جوز الهند	٢	٢
" الكـاكـاو	صفر	صفر

$$(CH_3)_2C{=}CHCH_2CH_2\underset{}{\overset{CH_3}{C}}{=}CHCH_2CH_2\overset{CH_3}{C}{=}CHCH_2CH_2CH{=}\overset{CH_3}{C}CH_2CH_2CH{=}\overset{CH_3}{C}CH_2CH_2CH{=}C(CH_3)_2$$

Squalene

٣ - مكونات تؤثر علي مظهر الدهون : -

components affecting the appearance of fats

عند دراسة الوان الاحماض الدهنية المكونة للزيوت والدهون نجد أن الكثير منها عديم اللون والقليل منها اصفر شاحب ، وبناء عليها نجد أن الجلسريدات الثلاثية النقية (الزيوت

والدهون) تكون فى الواقع عديمة اللون إلا أن احتوائها على بعض المواد الغير معروفة بالكامل هى التى تكسبها اللون .

وأحد أقسام هذه المواد الملونة pigments المعروفة جيدا هى : -

أ - الكاروتينات carotenoids : -

وهى مواد عالية عدم التشبع تذوب فى الدهون وفى مذيبات الدهون ولا تذوب فى الماء . وهى المسئولة بشكل كبير عن اللون الاصفر الى الاحمر القاتم لأغلب الدهون ، ويتوقف مداها اللونى من الأصفر إلى الأحمر على تركيبها البنائى . وأكثر الكاروتينات أهمية وأكثرها معرفة هى : -

- متماثلات هيدروكربونات الفا وبيتا وجاما كاروتين ، وقد اكتشف حوالى ٧٠ كاروتين .

β-Carotene

- ليكوبين Lycopene :

وتنتشر الكاروتينات بشكل واسع فى الزيوت والدهون النباتية والحيوانية الخام وتركيزها بها منخفض - ومن أشهر الزيوت نجد أن زيت النخيل الخام الغير مبيض ويحتوى على نسبة عالية من الكاروتينات (٠,٠٥ - ٠,٢ ٪) .

وفيما يلى نرى أثر مراحل التشغيل المختلفة على الكاروتينات .

مرحلة التكرير : لا تنفصل الكاروتينات عن الزيوت والدهون عند التكرير بالقلوى.

مرحلة التبيض : تدمص adsorbed الكاروتينات بسهولة بواسطة تراب التبييض Fuller's earth أو الكربون المنشط ومن ثم فإنه اذا عولج بهذه المواد معالجة قوية كافية فإن لون الزيت يقل إلى درجة مطلوبة .

مرحلة نزع الرائحة بالبخار : هذه الصبغات غير ثابتة للحرارة الى حد ما ، ومن ثم فإن الزيت يبيض بالعالجة الحرارية .

مرحلة الهدرجة الاختيارية : الهدرجة الاختيارية للدهون تقلل درجة عدم التشبع الموجودة فى الصبغات الكاروتينية بدرجة تكفى لاختزال اللون بقدر كبير .

ويمكن أيضا تدمير خواصها اللونية بالأكسدة ، ولكن لا يحدث التبييض العادى المكن قبوله إلا عندما تصل الأكسدة إلى النقطة التى تصل إلى التزنخ أو بالقرب منها وتسبب الأكسدة المحدودة فى العادة الى تقتيم اللون ويعود ذلك الى تكوين مركب كرومان - ٥ Chroman-5 ومركب ٦ - كينون Quinones - 6 (المرتبطة بالتوكوفيرولات) الناتجان من جاما توكوفيزول السابقة عديمة اللون .

ولا يرتد لون الكاروتينات بالأكسدة وقد لوحظ ذلك على زيت النخيل .

ويعطى زيت بذرة القطن صورة مختلفة إلى حد ما بالنسبة لنظامه اللونى - ويرجع أغلب لون الزيت الخام إلى مواد لونية من نوع جوسيبول Gossypol والتى تكسب الزيت اللون الاصفر إلى الأحمر .

ب - الكلوروفيل Chlorophyll : -

هى المادة الملونة الخضراء للنبات والتى تلعب دورا هاما فى التمثيل الغذائى ويتسبب

وجودها أو مركباتها فى بعض الزيوت المستخرجة من حبات خضراء الى تلوينها باللون الأخضر الغير مرغوب فيه (فيما عدا زيت الزيتون) مثل زيت فول الصويا .

ويتسبب اللون الأخضر فى مشاكل رئيسية عند تشغيل زيت فول الصويا لانتاج المواد الغذائية . وعند الهدرجة الكبيرة لزيت فول الصويا يزداد لونه اخضرارا عن الزيت الخام بسبب هدرجة الصبغات الصفراء والحمراء الموجودة بالزيت والتى كانت تخفى الصبغات الخضراء .

ويبيض الكلوروفيل جزئيا فقط .

وأحيانا يلاحظ لون أزرق فاتح فى شحم الخنزير Lard ولا يرجع ذلك إلى الكلوروفيل ولكن يرجع إلى بعض الاصباغ الأخرى الغير معروفة والتى تميل الىٰ التدمير بالأكسدة .

وقد يتخذ الزبد الصناعى margarine ومنتجات دهنية أخرى المحتوية على رطوبة أحيانا لون قرنفلى pinkish من الأصباغ الذائبة فى الدهن الناتجة من بعض الكائنات الحية المجهرية micro-organisms .

ولا تظهر الاصباغ البنية فى الزيوت جيدة النوعية ، ولكن قد توجد فى الزيوت المستخرجة من مواد تالفة ويبدو أنها منتجات تحلل البروتين والكربوهيدرات .. الخ ..

وبعضها تكون ازالته صعبة للغاية بطرق التشغيل العادية . وعلى وجه الخصوص يصعب تقليل لون زيت فول الصويا التالف بهذا المجال إلى درجة مقبولة بواسطة التكرير بالقلوى أو الادمصاص بالتبييض .

Chlorophyll

Pheophytin-a

$$CH{=}CH_2,\ CH_3,\ CH_2CH_3,\ CO_2CH_3,\ CO_2$$

٤ – مكونات تؤثر علي ثبات الزيوت : –

components affecting the stability of oils

تحتوى الزيوت على كميات صغيرة من مواد لها قدرة قوية على منع الأكسدة ، ولذلك فإن الزيوت تكون أكثر مقاومة للتلف بسبب الأكسدة عن الجلسريدات النقية ، ويعزى الثبات الأكبر للزيوت النباتية نحو تزنخ الأكسدة oxidative rancidity عن ثبات الدهون الحيوانية الى محتواها الأكبر من المواد المانعة للأكسدة التى توجد طبيعيا فى الزيوت النباتية .

وبالرغم من معرفة المواد المانعة للأكسدة فى الأعوام الحالية ، إلا أن طبيعة وميكانيكية أداء هذه المواد لم تزل غير معروفة بالضبط . ومن هذه المواد ما يلى : –

* **توكوفيرولات** Tocopherols : –

وهى مكونات هامة لونها عديم اللون الى أصفر فاتح توجد بنسبة صغيرة فى أغلب الدهون النباتية ذائبة فيها نتيجة لسلاسلها الجانبية الطويلة . وتعتبر

أكثر المواد المضادة للأكسدة anti oxidants انتشارا وأكثرها أهمية فى تأخير التزنخ rancidity ، كما أنها مصدر رئيسى لفيتامين E . ومنهـا ثلاثة أنواع رئيسية هى الفا وبيتا وجاما توكوفيرول وحديثا تم فصل دلتا – توكوفيرول من زيت فول الصويا .

$$HO-C_6(CH_3)_3-O-C(CH_3)(CH_2)_3CH(CH_3)(CH_2)_3CH(CH_3)(CH_2)_3CH(CH_3)_2$$

α-Tocopherol

وقد وجد أن : –

أ – فى زيوت بذرة القطن والفول السودانى وجرمة القمح وفول الصويا تكون نسبة الفا – توكوفيرول حوالى ٣٠ ٪ من اجمالى التوكوفيرولات .

ب – جاما – توكوفيرول هـى أكثر تأثيرا فى منع الأكسدة عن بيتا – توكوفيرول والتى هى أكثر تأثيرا عن الفا – توكوفيرول ، بالرغم من أنه فى بعض الحالات تكون الفا – توكوفيرول أكثر تأثيراً .

جـ – وقد سجل أن دلتا – توكوفيرول تقوى جاما – توكوفيرول .

د – يقل كثيرا تأثيرا التوكوفيرولات المضادة للأكسدة فى الضوء عن فاعليتها فى الظلام .

هـ – الفا – توكوفيرول لها نشاط فيتامين E أعلى ونشاط مضاد للأكسدة أقل .

بجانب نشاط التوكوفيرولات كفيتامين E فإنها تظهر تأثيرا ضئيل هام فـى فيتامين A ؛ ولها تأثير فى الحياة المتوقعة لحيوانات التجارب وعلى صحة العضلات .

وفى العادة تفضل التوكوفيرولات على صورة مخلوط ، أما فصلها عن بعضها فصعب إلا أنه يمكن ذلك بواسطة ورقة الكروماتوجراف على سبيل المثال .

والكشف عن التوكوفيرولات يستخدم اختبار Emmeric-Engel .

ومثل مضادات الأكسدة الأخرى ، فإن التوكوفيرولات نفسها يمكن أن تتأكسد . والأكسدة المعتدله للتوكوفيرولات تفتح الحلقة السداسية وتكون توكوكينون tocoquinone وهى غير مضادة للأكسدة .

وعند الأكسدة المعتدلة لجاما - توكوفيرول (وليس لألفا أو بيتا - توكوفيرول) تتحول جزئيا إلى 6-quinone و chroman-5 وهذا المركب بوجه خاص هام فى تكنولوجيا الزيوت والدهون بسبب لونها القاتم الى الأحمر القوى بقدر يكفى لاكساب الزيوت النباتية الغذائية المؤكسدة جزئيا لون أصفر محمر قوى يمكن ملاحظته بوضوح .

ومادة 6 - quinone و chroman-5 لهما خواص مضادة للأكسدة ضعيفة .

$$-CH_2CH_2-C(CH_3)(OH)-(CH_2)_3CH(CH_3)(CH_2)_3CH(CH_3)(CH_2)_3CH(CH_3)_2$$

α-Tocoquinone

وتجاريا تحضر التركيزات من التوكوفيرولات عن طريق : -

- التقطير التجزيىء للزيوت النباتية .
- من الرواسب الطينية Sludges للزيوت .
- من المتقطرات distillates الناتجة من نزع الرائحة بالبخار للزيوت .

وعند تشغيل الزيوت النباتية الغذائية يكون الفاقد فى التوكوفيرولات قليل نسبيا . وقد سجل أن أقصى نسبة الفاقد من الاجمالى هى ٦ ٪ عند التكرير المستمر بالقلوى أو التبييض ، ولا تزيد عن نسبة قليلة فى نزع الرائحة ولا يوجد فاقد فى الهدرجة .

والجدول التالي يوضح نسبة التوكوفيرول الرئيسي في بعض الزيوت الدهون

الزيــــت	الفــــا ٪	جــامــا ٪	دلتا ٪	الاجمــالى٪
جوز الهند	٠,٠٠٣٦			٠,٠٠٨٣
البابا‌سو – خام				٠,٠٠٣
شحم البقر				٠,٠٠١
الزبـــد				٠,٠٠٢–٠,٠٠٤
زبدالكاكاو				٠,٠٠٣–٠,٠١٣
خنزيـــر				٠,٠٠٠٥–٠,٠٠٢٩
خنزيـــر	٠,٠٠٢٣			٠,٠٠٢٧
الخـروع				٠,٠٠٥
زيت كبد الحوت				٠,٠٢٦
الذرة – مكــــرر	٠,٠٠٩	٠,٠٨١		٠,٠٩٠
بذرة قطن – خـام	٠,٠٧٦	٠,٠٣٤		٠,١١٠
بذرة قطن – مـكرر	٠,٠٦–٧١	,٠٢٤–٢٧		٠,٠٨٧–٠,٠٩٥
بذرة قطن	٠,٠٤١	٠,٠٣٦	٠,٠٠٩	٠,٠٨٦
كـتـــان				٠,١١
الزيتـــون				,٠٠٣–٠,٠٣٠
نخيـــل	٠,٠٣٠–٠,٠٠٥	–	–	٠,٠٥٦
الفول السودانى – خام	٠,٠١٨–٣٠	٠,٠١٨–٢٢		٠,٠٣٦–٠,٠٥٢
الفول السودانى – مكرر	٠,٠٢٤	٠,٠٢٤		٠,٠٤٨
الفول السودانى	٠,٠١٣	٠,٠١٤	٠,٠٠٧	٠,٠٨٦
رجيع كون – خام	٠,٠٧٥	٠,٠٢٦	–	٠,١٠١
" – مكرر	٠,٠٥٨	٠,٠٣٣	–	٠,٠٩١
القرطم – خام				٠,٠٨٠
السمسم – مكرر				٠,٠١٨
فول صويا – مكرر	٠,٠٢٠–٢١	٠,٠٧٤–٧٨		٠,٠٩٤–٠,٠٩٩
فول صويـا	٠,٠٢٠	٠,٠٩٨	٠,٠٥٠	٠,١٦٨
عباد الشمس	–	–	–	٠,٠٧
جرمة القمـح	٠,٠٦	–	٠,٠٠٥	٠,١٨–٠,٤٥

وتوجد بيتا – توكوفيرول فى زيت جرمة القمح Wheat germ oil فقط .

*** مواد أخري مضادة للأكسدة : –**

يحتوى زيت السمسم وزيت رجيع الكون على مواد مضادة للأكسدة أكثر فعالية عن التوكوفيرولات .

يحتوى زيت السمسم على : –

أ – ٠,٣ – ٠,٥ ٪ sesamoline

ب – glucoside of the phenolic compound sesamol

جـ – ٠,٥ – ١ر– ٪ sesamin

OH

O

O–CH₂

Sesamol

وتنتج مادة sesamol من تحلل مادة sesamoline وهى مادة مضادة للأكسدة قوية ، ومن المحتمل تكون sesamol أثناء تشغيل زيت السمسم .

*** جوسيبول Gossypol : –**

وهى مادة فينولية معقدة تظهر فى الزيوت الخام ولا توجد فى زيت بذرة القطن المكرر ولها خواص مضادة للأكسدة قوية .

وبوجه عام تكون المواد المضادة للأكسدة عالية الوزن الجزيىء وغير متطايرة وتظل موجودة خلال المعاملات العنيفة فى عملية نزع الرائحة بالبخار عند درجات الحرارة العالية.

*** الفوسفاتيدات :**

ليست مواد مضادة للأكسدة اذا وجدت بمفردها فى الزيوت ولكن بعض الفوسفاتيدات تستطيع أن تزيد تأثير التوكوفيرولات أو مضادات الأكسدة الأخرى من نوع الفينولية phenolic type .

وفى المستحضرات التجارية لخاليط الفوسفاتيدات ، ظهر أن النشاط المضاد للأكسدة محصور فى جزء السيفالين cephalin .

وقد وجد أن حمض الفوسفوريك والاحماض الاخرى ومواد الاحماض المماثلة تزيد فاعلية مضادات الأكسدة الفينولية .

ويمكن اضافة التوكوفيرولات أو غيرها من المواد المضادة للأكسدة إلى الزيوت والدهون بعد التشغيل لتحسين الثبات ضد الأكسدة للمنتج النهائى .

Gossypol

٥ - مكونات تسهم في النكهة (الطعم) والرائحة : -

components contributing to flavor and odor

أن دراسة المركبات التى تساهم فى النكهة والرائحة هو أكثر المواد صعوبة فى كيمياء الدهون . وفى الغالب يصعب تحديد ما اذا كانت المادة المسببة للرائحة هى : -

- مركب من مركبات الدهن .

و - مركب نشأ من التحلل الناتج من التميؤ أو الأكسدة .

الكيتونات Ketones : -

وهى فى الواقع مجرد كميات ضئيلة ، وقد تم فصل كيتونات معينة ذات وزن جزيىء مرتفع من زيوت حمض اللوريك (زيوت الانوية) - ميثيل مادة كيتون نونيل مثل

methyl nonyl ketone والتى تساهم بشكل كبير فى رائحة ونكهة زيت جوز الهند وزيت نوى النخيل .

الهيدروكربونات التربينية Terpenoid hydrocarbons : -

وجد أن الاجزاء التربينية لها رائحة قوية ونكهة تبعث على الغثيان ومن التقطير التجزيىء fractional distillation وبتحليل نواتج تقطير نزع الرائحة تم تقدير الهيدروكربونات التربينية التى توجد فى زيوت حمض الأوليك واللينوليك كما يلى : -

نوع الزيت	كمية الهيدروكربونات التربينية
زيت النخيل	٠,٠٢٥ ٪
" الفول السودانى	٠,٠١٩ ٪
" بذرة القطن	٠,٠٢٥ ٪
" عباد الشمس	٠,٠١٣٥ ٪

ويلاحظ أن المواد المسببة للرائحة ككل الخاصة بالزيوت النباتية تتميز بتطايرها المنخفض Low volatility ولذلك تتعدل كثيرا نكهة ورائحة الزيوت عند اخضاع المواد المسببة للنكهة والرائحة الى التقطير بالبخار المرتفع الحرارة high temperature steam distillation عما كان عليه الزيت الاصلى .

وتتطلب عملية نزع الرائحة الكامل لأغلب الزيوت إلى : -

أ - تفريغ شديد .

ب - درجة حرارة عالية ، على سبيل المثال : ٢٠٠ - ٢٥٠°م .

جـ - فترة طويلة من التقطير بالبخار .

المركبات النيتروجينية : -

أنواع معينة من النكهة والرائحة ولا تنشأ من وجود المواد الطيارة ، لذلك فهى مكونات سهلة الإزالة وهى وثيقة الصلة بتركيب الاحماض الدهنية للزيوت . فبوجه خاص نجد أن الرائحة المميزة لزيوت الاسماك ترتبط بالوجود المتلازم لكل من المركبات النيتروجينية والجلسريدات عالية عدم التشبع ، حيث تنتج الرائحة من التفاعل المتبادل بينهما أثناء أكسدة الجلسريدات .

وهذه الرائحة المميزة لزيوت الاسماك لا يمكن ازالتها بصفة دائمة بواسطة عملية نزع الرائحة بالبخار الأكثر عنفا . وأنها تعود ثانية عند الأكسدة الخفيفة للزيت .

المواد الغير قابلة للتصبن : -

ومن ناحية أخرى . يدعى أن الرائحة السميكة للزيوت البحرية ترتبط بالتحديد بالجزء الغير قابل للتصبن unsaponification fraction وليس بالاحماض الدهنية الغير مشبعة .

ارتداد النكهة flavor reversion : -

ترتد نكهة الدهون المنزوعة الرائحة نتيجة للأكسدة المحدودة وتحدث فى زيوت نباتية معينة وفى دهون حيوانات أرضية وفى زيوت السمك ، ولكنها واضحة فى الدهون التى تحتوى عل أحماض دهنية ذات أكثر من رابطتان مزدوجتان .

ومن الغريب أن يستمر الميل إلى ارتداد النكهة فى زيت فول الصويا وزيت الكتان وزيوت حمض اللينولينيك الاخرى بعد هدرجة هذه الزيوت إلى درجة كافية بوضوح لإزالة كل الاحماض ثلاثية عدم التشبع تماما . .

وبسبب ذلك يبدو فى الدهون المهدرجة ، أن حمض اللينولينيك الموجود بالدهن قبل عملية الهدرجة هو المسؤل عن ارتداد النكهة ، ومن المسلم به أن المركب

الافتراضى الناتج من عملية هدرجة حمض اللينولينيك عند الرابطة رقم ١٢ هو حمض 9,15 - octadecadienoic (ثنائى عدم التشبع) .

ومن ناحية أخرى . أكد بعض العاملين ، بناء على دلائل تجريبية مقنعة على أن ارتداد النكهة يرتبط بالجزء الغير قابل للتصبن ولا يشمل الجلسريدات .

٦ - مركبات ذات أهمية غذائية :

components of nutritional significance

تعتبر الزيوت والدهون مصادر هامة للفيتامينات E , D , A الذائبة فى الدهن .

H_3C CH_3 C H_2C C$-CH=CHC(CH_3)=CH-CH=CH-C(CH_3)=CHCH_2OH$ H_2C C CH_3 H_2

Vitamin A

CH_3 CH_3 $CH-CH=CH-CHCH(CH_3)_2$ CH_3 CH_2 HO

Vitamin D

ويشتق فيتامين A من بيتا كاورتين B - carotene ويحدث تحويل بيتا كاروتين الى فيتامين A فى جسم الانسان والحيوانات الاخرى ، ولذلك يسمى بيتا كاروتين بأنه قبل الفيتامين A (provitamin A) ، وكذلك الفا كاروتين وجاما كاروتين هما أيضا قبل الفيتامين .

ويشتق فيتامين D من الاستيرولات .

٧ – المعادن المحتواه mineral content : –

حتى الدهون التجارية جيدة التكرير نجدها تحتوى على : –

أ – كميات صغيرة من الفوسفور الناتج من الفوسفاتيدات المتبقية .

ب – حوالى ٥ – ٢٠ جزء فى المليون من صابون الصوديوم المتخلف عن التكرير بالقلوى .

جـ – حوالى ٠,١ – ٠,٣ جزء فى المليون من النحاس .

د – حوالى ٠,١ – ٠,٧ " " " " المنجنيز .

هـ – حوالى ١ – ٥ " " " " الحديد .

و – حوالى ٠,١ – ٠,٢ " " " " النكيل المتخلف عن عملية الهدرجة .

وقد وجدت الكميات التالية من المعادن الثقيلة فى مجموعة من عينات زيوت السلطة النباتية التجارية : –

أ – حوالى ٠,١ – ٢,٥ جزء فى المليون من الحديد

ب – حوالى ٠,٠١ – ٠,٠٢ جزء فى المليون من النحاس .

وفى العادة يفترض أن المعادن الثقيلة وجدت فى الزيوت التجارية بسبب تماس الزيت مع معادن أجهزة التشغيل ولكن من المحتمل الا تكون هذه هى الحقيقة .

وتزال هذه المعادن الثقيلة من الزيوت بفاعلية كبيرة خلال عملية التكرير بالقلوى وبعملية التبييض بالادمصاص ؛ وفى بعض حالات التبييض وحدها .

الهدرجة الاختيارية

الصبغات الكاروتينية : الهدرجة الاختيارية تقلل درجة عدم التشبع الموجودة فى الصبغات الكاروتينية بدرجة تكفى لاختزال اللون بقدر كبير .

الباب الثالث

تفاعلات الدهون والاحماض الدهنية

الدهون والأحماض الدهنية هى كيمانيات عضوية Organic Chemicals ، ولهذا فهى تخضع لتفاعلات كثيرة . وعكس أغلب المواد الدهنية ، تلقى الزيوت والدهون فسادا قليلا نسبيا أو تلفا بفعل البكتريا .

وأغلب التلف الذى تتعرض له الدهون عند التخزين يكون نتيجة للأكسدة الجوية ، ولذلك سوف نعطى اهتماما خاصا للتفاعل الحادث بين الدهون والأكسجين فى الهواء

١ – التحلل والاسترة والتفاعلات المتعلقة بها

١-١ التحلل Hydrolysis : –

تحت الظروف المناسبة ، تتحلل الجلسريدات الثلاثية للزيوت والدهون وتنتج الاحماض الدهنية والجلسرول .

$$C_3H_5(OOCR)_3 + 3HOH = C_3H_5(OH)_3 + 3HOOCR$$

وهو تفاعل عكسي ، فإذا لم تزال نواتج التفاعل أو المواد المتفاعلة من منطقة التفاعل فإن التفاعل في آخر الأمر سوف يصل إلى حالة اتزان معتمدا على تركيز هذه المواد .

ومن الناحية العملية ، عند تشقق الدهن fat splitting نحصل على أعلى درجة من التحلل فى حالة : –

أ – استخدام كمية كبيرة من الماء .

ب – تكرار سحب الصنف المائى الغنى بالجلسرول ويوضع بدلا منه كمية أخرى من الماء .

وتزداد سرعة التحلل المائى بالحرارة العالية والضغط .

ومن المواد المساعدة للتحلل نجد : –

أ – الاحماض والمركبات التى تكون صابون أحماض دهنية .

ب – الانزيمات الدهنية lipolytic enzymes وتتميز بأنها تسمح باجراء التحلل السريع عند درجات الحرارة العالية .

١ -٢ الاسترة Esterification : -

استرة الاحماض الدهنية هى عكس التحلل ، وقد تجرى بكفاءة تامة بالإزالة المستمرة للماء من منطقة التفاعل .

يحدث تفاعل الاسترة بسهولة بين الحمض الدهنى والكحول أحادى أو عديد الهيدروكسيل .

وإذا حدثت الاسترة مع كحول عديد الهيدروكسيل مثل الجلسرول فى وجود مزيد من الاحماض الدهنية تتكون إسترات جزئية partial esters مثل الجلسريدات الاحادية والثنائية .

ويساعد عملية الاسترة العديد من المواد الحمضية والقلوية . وتشمل بعض المواد التى لها تاثير فى زيادة عملية التحلل .

١ -٣ الاسترة الداخلية Interestrification : -

أ - يمكن اجراء الاسترة عن طريق التفاعل المباشر بين الكحولات المنخفضة (مثل كحول الميثيل والايثيل) ليحل محل الجلسرول . وفى العادة فى وجود قلوى مساعد alkaline catalyst

$$C_3H_5(OOCR)_3 + 3\ CH_3OH = 3\ CH_3OOCR + C_3H_5(OH)_3$$

ويسمى هذا التفاعل بالتفكك الكحولى ، الا أن الشائع تسميته بالاسترة الداخلية حتى اذا كانت تلك التسمية خاطأ .

ب - يمكن للأحماض الدهنية المنخفضة الوزن الجزيىء أن تحل محل الاحماض الدهنية المرتفعة الوزن الجزيىء من الجلسريدات بواسطة التفاعل المناظر .

جـ - تتفاعل الجلسريدات الثلاثية مع الجلسرول فى وجود حافز مساعد قلوى وينتج

خليط من جلسريدات احادية وثنائية .

واذا كانت كمية الجلسرول المتفاعلة مع الدهن صغيرة جدا حدثت هجرة mi-gration وتبادل داخلي inter change لشق الحمض الدهني radicals وأدى ذلك في آخر الامر الى انتاج مركب وبناء جديدين وبدون تكوين أى كمية كبيرة من استرات جزئية partial esters .

ويمكن اعادة تنظيم التركيب البنائي للجلسريد في غياب الجلسرول وفي وجود عامل مساعد دهني وفي العادة قاعدة .

ومعظم تفاعلات الاسترة الداخلية للجلسريدات السابقة لها مماثلات في تفاعلات استرات الاحماض الدهنية مع كحولات عديدة الهيدروكسيل غير الجلسرول .

١-٤ التصبن بالقلوي Saponification with alkalies : —

عندما يتشقق split الدهن بالقلوى (وليس بالماء) نتج الجلسرول والصابون لفلز القلوى وسمى التفاعل بالتصبن .

$$C_3H_5(OOCR)_3 + 3\ NaOH = C_3H_3(OH)_3Na + OOCR$$

وهذا التفاعل هو الأساسى فى صناعة الصابون . ويمكن أيضا صناعة الصابون بتفاعل الأحماض الدهنية الحرة مع القلوى وينطلق الماء .

والتفاعل بين الدهن أو الأحماض الدهنية والقلوى هو الأساس فى تحليلان هامان :

* " رقم الحمض أو التعادل " acid or neutralization number وهو يقيس التحلل hydrolysis الذى حدث فى الدهن ويعرف بأنه " عدد ملليجرامات أيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتعادل الاحماض الدهنية الحرة الموجودة فى جرام واحد من الدهن ، أو اللازمة لتعادل جرام واحد من الاحماض الدهنية .

ويمكن أيضا التعبير مباشرة عن حموضة الدهن بما يسمى " بنسبة الاحماض

الدهنية " percent freefatty acids وتختصر بالأحرف F F A . وفى العادة يفترض فى الحسابات أن الوزن الجزيىء للأحماض مساوى لحمض الأوليك .

والعلاقة بين رقم الحمض acid number ونسبة الأحماض الدهنية % F F A على أساس حمض الأوليك تكون كما يلى : –

١ وحدة من رقم الحمض = ٠,٥٠٣ ٪ F F A

أما رقم التصبن saponification number يقيس متوسط الوزن الجزيىء أو بأكثر دقة الوزن المكافىء equivalent weight للمواد الدهنية .

ويعرف رقم التصبن بأنه " عدد ملليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتصبن جرام واحد من الدهن " .

ويعرف مكافىء التصبن saponification equivalent للدهن أو أى استر آخر بأنه " عدد جرامات الدهن المتصبنة باستخدام جزىء جرامى واحد I mole (٥٦,١٠٤ جرام) من ايدروكسيد البوتاسيوم " .

ويعرف مكافىء التعادل neutralization equivalent " بأنه عدد جرامات الاحماض الدهنية المتصبنة باستخدام جزىء جرامى واحد I mole (٥٦,١٠٤ جم) من ايدروكسيد البوتاسيوم .

وهذه الأرقام تكون مساوية عدديا لمتوسط الوزن الجزىء للأحماض اذا كانت المادة مكونة من أحماض دهنية نقية ، أو تساوى ثلث متوسط الوزن الجزيىء للجلسريدات . اذا فرض أن المادة تتكون بالكامل من زيت متعادل وخالى من المواد الغير قابلة للتصبن أو أى شوائب أخرى .

ويعرف رقم الاستر ester number بأنه " عدد ملليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم

اللازمة لتصبن الزيت المتعادل فى جرام واحد .

وهى تقتصر على العينة التى تحتاج الى معادلة أى أحماض دهنية – ومن ثم فإنه: –

رقم الاستر = رقم التصبن – رقم الحمض

$$EV = SV - AV$$

والعلاقة التالية تربط بين رقم التصبن ومكافىء التصبن

رقـــم التصبـن × مكافـــىء التصـــبن = ٥٦,١٠٤

وبالطبع تكون العلاقة بين رقم التعادل ومكافىء التعادل هى نفسها

رقم التعـــادل × مكافـــىء التعـــادل = ٥٦,١٠٤

٢ – تفاعلات أخري تشمل مجموعة الكربوكسيل

carboxyl group

٢–١ تكون الصابون المعدني : –

تتفاعل الاحماض الدهنية بسهولة مع ايدروكسيدات الصوديوم والبوتاسيوم وأكاسيدها وكربوناتها .. الخ . وتنتج الصابون .

$$RCOOH + N_a OH \text{ -------->} RCOON_a + H_2O$$

$$2RCOOH + K_2 CO_3 \text{ ------->} 2RCOOK + H_2O + CO_2$$

وبنفس الطريقة تتفاعل مركبات المعادن الأرضية القلوية المماثلة وإن كانت أقل سهولة إلى حد ما .

$$2RCOOH + C_a (OH)_2 \text{ ----->} (RCOO)_2 Ca + 2H_2O$$

وتفاعل الأحماض الدهنية مع المركبات المماثلة لمعادن مثل الزنك أو الرصاص أو المانجنيز أو الكوبالت أو القصدير مازال صعبا ، ولكن يسهل انجازه عند درجات الحرارة

المرتفعة . وفى العادة يكون من الأسهل تحضير صابون المعادن الثقيلة بالانحلال المزدوج double decomposition (التبادل المزدوج) بين صابون الصوديوم أو الباتوسيوم وملح المعدن . والتفاعل التالى نموذجى لهذه الطريقة .

$$2N_aOOCR + Pb(OOCCH_3)_2 = Pb(OOCR)_2 + 2N_a\ OOCCH_3$$

ويستخدم هذا التفاعل تجاريا على نطاق واسع وخاصة عند تصنيع : -

أ - شحم التشحيم lubricating greases

ب - المجففات المعدنية metalic dryers

جـ - أطلية الحماية (الوقاية) protective coatings

د - تحضير مثبتات راتنج الفينيل vinyl resin stabilizers

٢ -٢ الهدرجة في مجموعة الكربوكسيل : -

أمكن اضافة الايدروجين الى مجموعة الكربوكسيل لتكوين الكحولات الدهنية كما يلى:

أ - تفاعل الاحماض الدهنية مع الايدروجين تحت ضغط مرتفع وفى وجود حوافز مساعدة معدنية :

$$RCOOH + 2H_2 \text{ -------> } RCH_2OH + H_2O$$

ب - تفاعل الجلسريدات أو الاسترات الاخرى مع الايدروجين .

$$RCOOR' + 2H_2 \text{ ------> } RCH_2OH + R'OH$$

جـ - اختزال استرات الاحماض الدهنية باستخدام فلز الصوديوم لانتاج كحول منخفض الوزن الجزيىء .

$$RCOOR` + 4N_a + 4ROH \dashrightarrow RCH_2OH + 4N_aOR` + R`OH$$

ويستخدم التفاعلان الاخيران على نطاق تجارى ، كما أن التفاعل الأخير يسمح بانتاج الكحولات الدهنية التى تظل فيها سلسلة الالكيل الغير مشبعة كما هى دون تأثير ، بينما يؤدى تفاعل الهدرجة فى وجود حافز مساعد الى تدمير عدم التشبع فى السلسلة .

وتخضع الكحولات الدهنية للتفاعلات العادية للكحولات .

٢-٣ تكوين مشتقات النيتروجين : -

تتفاعل الأحماض الدهنية بسهولة مع الأمونيا أو الأمينات amines عند درجات الحرارة العالية لتكوين الأميدات amides

$$RCOOH + NH_3 = RCONH_2 + H_2O$$

$$RCOOH + R`NH_2 = RCONHR` + H_2O$$

ويمكن أيضا تحضير عدة أنواع من أميدات الأحماض الدهنية عن طريق ازالة ذرة الايدروجين من جزىء الأمونيا والمسماة بـ ammonolysis أو aminolysis لاسترات الأحماض الدهنية بما فيها الجلسريدات .

$$R\,COOR` + NH_3 = RCONH_2 + R`OH$$

$$R\,COOR` + R''NH_2 = R\,CONHR'' + OH$$

٢ - ٤ تكوين كلوريدات الأحماض Acid chlorides : -

تحضر كلوريدات الأحماض بتفاعل الأحماض الدهنية مع كواشف reagents متنوعة الشائع منها ما يلى : -

- ثالث كلوريد الفوسفور phosphorus trichloride (PCL_3)
- خامس كلوريد الفوسفور phosphorus pentachloride (PCL_5)

- كلوريد الثيونيل thionyl chloride ($SOCL_2$)

- كلوريد أوكساليل oxalyl chloride ($COCL)_2$

والتفاعلات هى : -

$$3\ R\ COOH + PCL_3 = 3\ R\ COCL + H_3\ PO_3$$

$$R\ COOH + PCL_5 = RCOCL + POCL_3 + HCL$$

$$R\ COOH + SOCL_2 = R\ COCL + SO_2 + HCL$$

$$R\ COOH + (\ COCL\ )_2 = R\ COCL + HCL + CO_2 + CO$$

وبالرغم من أن كلوريدات الأحماض لا تحضر بكميات كبيرة ، إلا أن لها أهمية كبيرة فى كيمياء الزيوت والدهون لأنها تعمل كمركبات وسط لانتاج الجلسريدات المخلقة والشموع ومشتقات أحماض دهنية أخرى واسعة التنوع . ولأن ذرة الكلور عديمة الاستقرار ويسهل احلال بدلا منها العديد من المجموعات الاخرى ، فإن التفاعلات التالية تكون نمطية : -

- لتكوين الاستر $R\ COCL + HOR = R\ COOR + HCL$

- " الاميد $R\ COCL + NH_2 = R\ CONH_2 + HCL$

- " الانهدريد $R\ COCL + N_a\ OCOR = R\ COOCOR = N_a\ CL$

٣ - تفاعلات في سلسلة الحمض الدهني

أغلب التفاعلات التى تحدث فى سلاسل الاحماض الدهنية تنطوى على الاضافة addition عند الروابط المزدوجة للأحماض الدهنية الغير مشبعة ، بالرغم من أنه فى حالات قليلة يحدث أحلال فى الاحماض المشبعة باستبدال ذرات الايدروجين بذرات أخرى أو مجموعات .

وعموما فإن التفاعلات من هذا النوع تحدث بسهولة مع الاحماض الدهنية أو الجلسريدات أو الاسترات أو أملاح الاحماض .

٣-١ الهدرجة Hydrogenation : -

فى وجود عامل مساعد مناسب مثل النيكل أو البلاتين أو البلاديوم يضاف غاز الايدروجين بسهولة الى الروابط المزدوجة للأحماض الدهنية الغير مشبعة وتتحول إلى الأحماض المشبعة المناظرة أو تقلل درجة عدم تشبعها .

نظرياً . يكون امتصاص الايدروجين أفضل دليل على درجة عدم التشبع الموجودة فى الدهن نظراً لأن الايدروجين يضاف كميا عند الروابط المزدوجة كما فى اضافة الايدروجين . وعلى كل حال فإن رقم الايدروجين hydrogen number للدهن يصعب تحديده كما فى الخواص التحليلية بسبب المصاعب الميكانيكية المعقدة فى ضبط قياس امتصاص الايدروجين بالطرق الروتينية .

٣-٢ ازالة الهيدروجين Dehydrogenation : -

نظرياً . يمكن إزالة الايدروجين بسهولة تحت ظروف مناسبة وهى وسيلة سهلة لزيادة عدم التشبع فى الدهن ومع ذلك فإن هذا ليس هو الحال ، لأن الطبيعة العشوائية والغير مشروطة للتفاعل تقلل بشدة من تطبيقه صناعيا . بالرغم من الأمل فى تطبيق هذا التفاعل.

٣-٣ الهلجنة Halogenation : -

تحت ظروف خاصة فقط ، يضاف الكلور والبروم وأحادى كلوريد اليود وأحادى بروميد اليود الى الروابط المزدوجة للأحماض الغير مشبعة كميا أو قريبا من الكميا ، بسبب ميل الهالوجين الى الاضافة الغير كاملة أو لتحل محل ذرات الايدروجين .

```
H  H  H  H                       H  H  H  H
|  |  |  |                       |  |  |  |
- C - C = C - C -   + Br2   =   - C - C - C - C -
|           |                    |  |  |  |
H           H                    H  Br Br H
```

والاضافة الكمية لأحادى بروميد اليود أو أحادى كلوريد اليود هى الأسس للخواص الهامة التى تسمى بالرقم اليودى iodine value - or - iodine number والتى تعرف بأنها " عدد جرامات اليود الممتص بواسطة ١٠٠ جرام دهن تحت ظروف قياسية " .

ويمثل الرقم اليودى عدم التشبع الحقيقى للدهون أو الأحماض الدهنية فقط عندما تكون الروابط الثنائية غير تبادلية unconjugated ولم تتداخل الاضافة مع أى مجموعات أخرى .

ويحدث امتصاص الهالوجين كميا فى حالة الأحماض الدهنية التبادلية conjugated فقط تحت ظروف مضبوطة بعناية .

ويمكن حدوث الهلجنة بالاستبدال أيضا باستخدام الهالوجينات الحرة أو المتحدة حيث تحل محل ذرة أيدروجين أو أكثر فى سلسلة الهيدروكربون . وبالرغم من أن الاستبدال يحدث بسهولة كبيرة عند ذرة الكربون التالية لمجموعة الكربوكسيل ، إلا أنه من المستحيل التنبؤ بالموضع الذى سوف يحدث عنده الاستبدال أو مدى الاستبدال بسهولة ولا تحدث الهلجنة بالاستبدال الا تحت ظروف خاصة مثل التعرض الطويل للدهن الى المزيد من الهالوجين فى وجود مذيبات معينة أو التعرض الى الهالوجينات فى وجود حافز مثل الفوسفور أو الاشعة فوق البنفسجية .

٣-٤ اضافة مركب الثيوسيانوجين Thiocyanogen $(SCN)_2$

أن تفاعل الأحماض الدهنية الغير مشبعة واستراتها مع مركب الثيوسيانوجين هام لأنه الأساس لطريقة التحليل التى تزودنا بالكثير من المعلومات الخاصة بتركيب المخلوط عما يزودنا به الرقم اليودى وحده .

فقد كان المعتقد سابقا أن الثيوسيانوجين يضاف كميا عند رابطة واحدة من رابطتان مزدوجتان للأحماض الغير تبادلية nonconjugated ثنائية عدم التشبع وعند

رابطتان من ثلاثة روابط للحمض ثلاثى عدم التشبع . ويعرف الآن أن مدى الاضافة غير نظامى ومتغير حسب ظروف التفاعل . ولكن يمكن عمل ذلك بإجراء المعايرة المناسبة للأخير.

ويستخدم رقم الثيوسيانوجين فى تحديد المكونات عديدة عدم التشبع للمخاليط التى احلالها بالكامل بطريقة تحليل مقياس الضوء الطيفى للأشعة الفوق بنفسجية ultraviolet spectrophotometer . ورقم الثيوسيانوجين مشابه للرقم اليودى ويحسب بنفس الأسس التى يحسب عليها الرقم اليودى .

٣-٥ اضافة ماليك اللامائي maleic anhydride : -

أن تفاعل " ديلز - الدر " Diels - Alder " الذى يتفاعل فيه ماليك أنهيدريد مع الأحماض الدهنية التبادلية هو الأساس لرقم داين diene number الذى يشبه رقم الثيوسيانوجين ويحسب بطريقة مكافئة لليود وفى الواقع يكون رقم داين للأحماض التبادلية.

وعلى كل حال فإنه يتغير حسب الظروف التى تم عندها التفاعل ولذلك فإنه لا يمكن الاعتماد عليه فى التحاليل الدقيقة .

ويمكن أيضا للأحماض أحادية عدم التشبع والعديدة عدم التشبع الغير تبادلية أن تضيف أنهدريد الماليك عند درجة حرارة ٢٠٠°م أو أعلى منها .

٣-٦ الكبرته والكبرونته sulfation . sulfonation : -

تتفاعل الاحماض الدهنية الغير مشبعة بسهولة عند الرابطة الثنائية مع حمض الكبريتيك المركز فيحدث : -

أ - ادخال مجموعة السلفات sulfate group (- OSO_2 OH)

أو ب - ادخال مجموعة السلفونات sulfonate group (- SO_2 HO)

عند درجة الحرارة العالية .

واذا وجدت مجموعات أيدروكسيل OH كما فى حالة زيت الخروع أو الجلسريدات الاحادية فإنه يسهل ادخال مجموعة السلفات لتكوين الاسترات . وبعد هذا التفاعل تجرى عملية المعادلة neutralization لاستر الكبريتيك sulforic ester الناتج باستخدام كربونات الصوديوم .

ويجرى ذلك على نطاق تجارى واسع لتحضير ما يسمى بالزيوت المكبرته sulfonated oils لصناعة النسيج .

٣-٧ الأكسدة الكيميائية Chemical oxidation :

وفوق الأكسدة Epoxidation

واضافة الايدروكسيل Hydroxylation

تتأكد بسهولة الأحماض الدهنية الغير مشبعة واستراتها بواسطة عوامل الأكسدة الكيميائية العادية مثل حمض النيتريك وحمض الكروميك والأوزون وبرمنجنات البوتاسيوم وفوق اكسيد الايدروجين .

وكذلك تتأكسد بفوق الاحماض peracids مثل : -

- أحماض فوق البنزويك perbenzoic
- " " الفورميك performic
- " " الخليك peracetic

وأيضا تتأكسد ولكن بصعوبة الأحماض الدهنية المشبعة واستراتها بواسطة عوامل الأكسدة الكيميائية وفى الغالب يكون هجوم الأكسدة عشوائى .

ومثل هذه التفاعلات هامة من الناحية الصناعية وتعتبر الاساس لطرق تحليلية نافعة معينة .

ويسهل تحول الاحماض الدهنية أحادية عدم التشبع وثنائية عدم التشبع واستراتهم (وتشمل الجلسريدات) الى مشتقات الايبوكسى (epoxy (oxirane بواسطة الأكسدة تحت ظروف معتدلة باستخدام الأحماض الفوقية (فوق الاحماض) العضوية أو بإستخدام " الاحماض العضوية – فوق أكسيد الايدروجين "hydrogen peroxide - organic acids

$$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7COOH + CH_3CO_3H \rightarrow$$

oleic acid   peracetic acid

$$CH_3(CH_2)_7CH \text{------} CH - (CH_2)_7COOH + CH_3CO_2H$$

(O bridging the two CH carbons)

9.10 - Epoxy stearic acid

وتتفاعل المركبات ثلاثية عدم التشبع أو الأكثر فى عدم التشبع بطريقة غير عادية إلى حد ما لانتاج مشتقات أوكسى ران oxirane جزئيا فقط .

وترجع أهمية :

١ – الزيـــــوت الايبوكسيـــة   Epoxidized oils

٢ – استرات الاوليات الايبوكسية   Epoxidized oleate esters

إلى استخدامها كملونات ومثبتات لراتنجات بولى فينيل كلوريد .

واذا كانت الظروف أقل اعتدالا وحدث فتح للحلقة كان المنتج المنفصل بعد تحلل الاستر المتوسط هو الفا – جليكول المناظر للأكسى ران .

$$
\begin{array}{l}
-CH \text{---} CH- + CH_3COOH \text{--->} -CH - CH \\
\quad \diagdown O \diagup \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \qquad | \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad OH \quad OC-CH_3 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \| \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad O
\end{array}
$$

$$\downarrow H_2O$$

$$
\begin{array}{c}
CH_3(CH_2)_7 - CH - CH - (CH_2)_7COOH \\
\qquad | \qquad | \\
\qquad OH \quad OH
\end{array}
$$

9.10 - Dihydroxy stearic acid m . p 95°c

ويتاكسد حمض الأوليك باستخدام المحلول المائى المخفف لبرمنجنات البوتاسيوم القلوية (تحت ظروف مناسبة) وينتج متماثل حمض 9.10- dihydroxy stearic acid – درجة انصهاره ١٣٢°م ويكون الناتج كميا .

كما يتاكسد حمض الأوليك باستخدام المحلول المائى لبرمنجنات البوتاسيوم عند رقم ايدروجينى ٩ – ٩,٥ (PH 9-9.5) ويكون الناتج حمض

9 (10).10 (9) - Ketohydroxy stearic acid

وتتشقق الاحماض الغير مشبعة باستخدام حمض النيتريك وينتج من خليط من السلاسل الأقصر . وقد سجل أن الاحماض الدهنية المشبعة تتاكسد ايضا باستخدام حمض النيتريك وينتج خليط من أحماض ثنائية القاعدة .

وتتشقق الاحماض الدهنية الغير مشبعة أو جلسريداتها باستخدام الأوزون أو برمنجنات البوتاسيوم أو بيرآيودات برمنجنات البوتاسيوم . ويستخدم هذا التفاعل تحليليا لتحديد موضع الروابط الثنائية .

٣-٨ الأكسدة الجوية Atmospheric oxidation .التزنخ rancidity :

من وجهة النظر العملية . نجد أن الأكسدة الجوية تختلف كثيرا عندما تحدث فى الزيوت العالية عدم التشبع .حيث يصاحبها عملية بلمرة polymerisation والتى تفيد فى تحضير الطبقات الواقية protective coatings عن حدوثها فى المواد الأقل فى عدم التشبع والتى تؤدى إلى تطور التزنخ وهى مصدر معظم فساد الدهون والزيوت الغذائية.

والأكسدة من النوع الأول ليس هنا مجال شرحها ، والمناقشة الحالية محدودة بالأكسدة المرتبطة بالتزنخ وبالأنواع الأخرى المفسدة لنكهة ورائحة الدهون .

وعلى كل حال فإن كلا النوعين من الأكسدة يتبعان نفس أنواع التفاعل بين الأكسجين والمكونات الغير مشبعة للدهون . وعلى كل حال فإن الموضوع معقد للغاية ولا يمكن مناقشته بالتفصيل .

ميكانيكية التزنخ mechanism of rancidification : -

تتأكسد المكونات العديدة عدم التشبع بسرعة أكبر من سرعة المكونات أحادية عدم التشبع والمكونات المشبعة . والزمن اللازم لحدوث الأكسدة الخارجية للمكونات عديدة عدم التشبع هو نفس الزمن اللازم لتزنخ الدهون . وبهذا فإن المكونات عديدة عدم التشبع هو النقاط الحساسة focal points للأكسدة الخارجية . ويؤيد ذلك الجدول التالى الذى يسجل المعدلات النسبية relative rates للأكسدة الخارجية لأحماض دهنية مختلفة على روابط مزدوجة من صفر إلى ٤ .

Relative rates of oxidation of unsaturated fatty acids

Fatty Acid	Chain Structure	S. T. & R[a] at 100°C	M. K. & B[b] at 40°C	G & H[c] at 20°C	H & E[d] at 37°C
Stearic	–C–C–C–	0.6	–	–	–
Oleic	–C–C=C–C– (*cis*)	6	–	4	–
Linoleic	–C–C=C–C–C=C–C– (*cis*)	64	–	48	42
10,12-Linoleic	–C–C=C–C=C–C–C–C– (*cis*)	–	–	–	42
Elaidolinolenic	–C–C=C–C–C=C–C–C=C–C– (*trans*)	–	–	–	86
Linolenic	–C–C=C–C–C=C–C–C=C–C– (*cis*)	100	100	100	100
Pseudo-eleostearic	–C–C–C=C–C=C–C=C–C– (*trans*)	–	123	–	–
Arachidonic	–C–C=C–C–C=C–C–C=C–C–C=C–C– (*cis*)	–	–	–	199
β-Eleostearic	–C–C=C–C=C–C=C–C– (*trans*)	–	196	–	–
α-Eleostearic	–C–C=C–C=C–C=C–C– (*cis*-9, *trans*-11, *trans*-13)	–	515	–	–

[a] A. J. Stirton, J. Turer, and R. W. Riemenschneider, *Oil Soap*, 22, 81–83 (1945).
[b] J. E. Meyers, J. P. Kass, and G. O. Burr, *Oil Soap*, 18, 107–109 (1941).
[c] F. D. Gunstone and T. P. Hilditch, *J. Chem. Soc.*, 1945, 836–841.
[d] R. T. Holman and O. C. Elmer, *J. Am. Oil. Chemists' Soc.*, 24, 127–129 (1947).

وبالرغم من أن الأحماض عالية عدم التشبع تكون أكثر سرعة فى أكسدتها الخارجية عن حمض اللينوليك ، إلا أنها توجد بنسب صغيرة فقط .

ولأن المكون عديد عدم التشبع الرئيسى فى الدهون الغذائية الرئيسية هو حمض اللينوليك فإن ميكانيكية الأكسدة الخارجية لهذا الحمض لها الأهمية الكبرى فى تزنخ الأكسدة .

الأكسدة الخارجية للينوليات

- : Linoleates (cis,cis 9.12 octadecadienoates)

تتم الأكسدة الخارجية على مرحلتان : -

المرحلة الأولي : -

والتفاعل الرئيسى فى هذه المرحلة هو تكوين الهيدروبيروكسيد hydroperoxide وخلالها فإن ٩٠ ٪ على الأقل من المنتج المتكون يحتوى على بيروكسيدات أحادية الهيدروكسيل التبادلية – conjugated monohydroperoxides التى فيها ازيحت الرابطة المزدوجة عن موضعها وتحولت الى صورة ترانس trans configuration .

$$\underset{cis}{-CH=CH-}CH_2-\underset{cis}{CH=CH}\xrightarrow{O_2}\underset{cis}{CH=CH}-\underset{trans}{CH=CH}-\underset{OOH}{\underset{|}{CH}}-$$

والسبب فى ارتفاع معدل الأكسدة الخارجية للينوليات ، وللأنظمة عديدة عدم التشبع المتقطعة بالميثيلين عن معدل الأكسدة الخارجية للأنظمة أحادية عدم التشبع ، يرجع إلى وجود مجموعة الميثيلين التى تنشط بالروابط المزدوجة المحيطة .

وتتقدم الأكسدة الخارجية بواسطة ميكانيكية سلسلة الشق الحر free-radical chain .

المرحلة الثانية :

والتفاعل الرئيسى فى هذه المرحلة هو تفاعل التكسير decompostion فمع استمرار الأكسدة تحدث أكسدة للهيدروبيروكسيدات التبادلية وتتكون منتجات التكسير مثل : -

الالدهيدات aldehydes

كيتونـــــــات	ketones
أحمـــــــاض	acids

وجميعها ذات وزن جزيىء منخفض ومتوسط (ك٣ - ك١١) مشبعة وغير مشبعة والتى لها روائح قوية غير سارة والتى تعلل تزنخ rancid (أو ارتداد revert) نكهة ورائحة الدهون بالأكسدة الخارجية .

البيروكسيدات peroxides : -

هى منتجات أولية رئيسية للأكسدة الخارجية وتقدر أثناء قيامها باطلاق اليود من يوديد البوتاسيوم فى محلول حمض الخليك الثلجى .

رقم البيروكسيد peroxide number للدهن ، يقيس ما يحتويه من الاكسجين الفعال reactive oxygen - وتميزه ملليجزىء جرامى للبيروكسيد mmoles of peroxide أو بمللميكافى أكسجين milliequivalents of oxygen لكل ١٠٠٠ جرام من الدهن .

(١ ملليجزىء = ٢ ملليمكافىء)

ولإكتشاف التزنخ استخدمت اختبارات نوعية ونصف كمية متنوعة بخلاف تقدير البيروكسيد . وقد استخدم اختبار كريس kreis test على نطاق واسع ولكنه اختبار تجريبى أكثر وغير محدد nonspecific ويزعم أنه يعتمد على وجوب مركب epihydrinal-dehyde أو المواد المرتبطة به . ولكن هذا بعيد الاحتمال . وبالرغم من قيمته فى الدراسات الكيفية ، إلا أن القيمة النظرية لاختبار كريس فى تتبع الأكسدة الخارجية قليلة . والتعديلات التى أجريت على الاختبار جعلته مناسبا للقياس اللونى .

اختبار حمض ثيوباربتيوريك thiobarbituric acid test : —

وهذا اختبار يرتبط باختبار كريس ولكنه أكثر حساسية ويستجيب عند المراحل المبكرة للأكسدة الخارجية . ويظهر بوضوح أن نواتج أكسدة الأحماض الدهنية الغير مشبعة وأساسا لحمض اللينولينيك هى المسئولة عن تفاعل اللون مع حمض ثيوباربتيوريك . فعلى سيبل المثال يعطى مركب مالونيك داى الدهيد ومركب ميثيل أوليات هيدروبيروكسيد تفاعل اللون .

حمض الأوليك : —

برغم أن سهولة أكسدة حمض الأوليك أقل كثيرا من الأحماض الأكثر فى عدم تشبعها ومن دهن الخنزير . وأن المسلى المهدرج والمنتجات المماثلة تظهر ثباتا أفضل وأكثر كلما زادت نسبة ما يحتويه من حمض الأوليك الى ما يحتويه من الأحماض عدم التشبع . ومع ذلك فمن الممكن أن يساهم حمض الأوليك بكثرة فى نكهة ورائحة تزنخ الأكسدة الفعلية .

فقد وجد أن الأكسدة المحدودة لاسترات الميثيل والايثيل لحمض الأوليك تحرر بسهولة رائحة زنخه .

فى حين تحتاج الاسترات النقية لحمض اللينوليك واللينولينيك الى امتصاص كمية كبيرة من الأكسجين حتى تزيد الرائحة قليلا . ولا تزيد الرائحة المشابهة لرائحة الدهن المتزنخ فعلا .

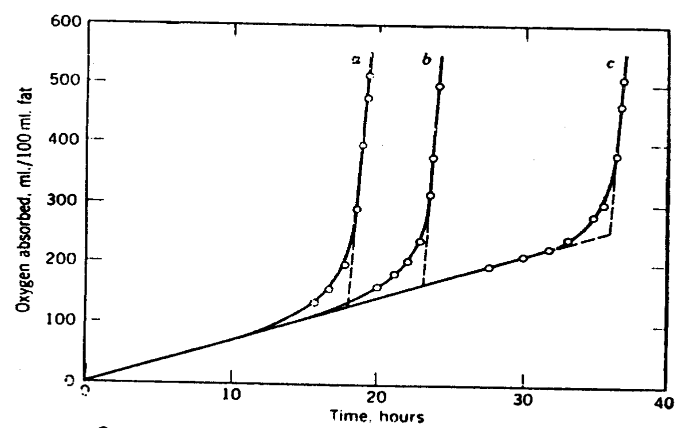
وتساعد بيروكسيدات حمض اللينوليك وأحماض عديدة ايثنويد poly ethenoid acids الأخرى المتكونة فى تحفيز الأكسدة الخارجية لحمض الأوليك وبهذا تساهم فى ضعف ثبات الدهون العالية فى عدم تشبعها .

ومن الجدير بالملاحظة أنه عند درجة حرارة الغرفة وفى الظلام لا تقاوم أوليات الميثيل النقية methyl oleate الأكسدة الخارجية لفترة طويلة ، ولكن عند اضافة آثار (٠,١ ٪) من

مواد عديدة عدم التشبع فإنها تسرع الاكسدة الخارجية ونحصل بسرعة على روائح التزنخ النمطية .

الصفات العامة لأكسدة الدهن : -

عندما تصاحب عملية الأكسدة الخارجية للدهون الاختبارات المعملية سواء بقياس كمية الاكسجين الممتصة أو بواسطة تقدير رقم البيروكسيد للدهن . وجد أن مجرى course الأكسدة تتم على فترتان وتظهر كل فترة صنف phase . (انظر الشكل التالى) .



Oxygen uptake at 90°C of (a) corn oil, (b) corn oil plus 0.02% lauryl caffeate, (c) corn oil plus 0.10% lauryl caffeate (222).

الفترة الأولي للأكسدة البطيئة : -

وتسمى فترة التحضين induction period وفيها تتقدم الأكسدة بمعدل بطىء نسبيا ومنتظم تقريبا وخلالها يتكون الصنف الابتدائى initial phase وبعد حدوث كمية حرجة معينة من الأكسدة يدخل التفاعل فى الفترة الثانية . والنقطة التى يبدأ عندها ظهور الطعم والرائحة المتزنخة تتوافق تقريبا مع بداية أو الجزء المبكر للصنف الثانى .

الفترة الثانية للأكسدة السريعة : -

وتتصف بزيادة سرعة معدل الأكسدة ، ويكون معدلة النهائى أكبر عدة مرات من المعدل الملاحظ فى الفترة الأولى ويتكون خلالها الصنف الثانى second phase .

وقد وجد أن الدهون تختلف كثيرا فيما بينهما فى الاسلوب الذى تواصل به الأكسدة المصاحبة لتدهور النكهة كما يلى : -

أ - الدهون الحيوانية الأكثر تشبعا والزيوت المهدرجة اللتان تحتويان على أحماض غير مشبعة أغلبها أحماض أحادية عدم التشبع يكون التغير فى النكهة والرائحة قليل نسبيا خلال الاصناف الأولى للأكسدة .

وفى مثل هذه الدهون تكون بداية التزنخ فجائية ومحددة sudden and definite فالدهون المرتفعة فى حمض الأوليك والمنخفضة فى حمض اللينوليك والأحماض عديدة عدم التشبع الأخرى تمتص كمية اكسجين قليلة حتى تصبح متزنخة والعكس صحيح .

ب - الزيوت الغير مشبعة نسبيا مثل زيت بذرة القطن وفول الصويا تبدى تدهورا كبيرا فى النكهة والرائحة الغير سارة والمختلفة عن تلك التى للتزنخ الحقيقى true rancidity .

فالزيوت الأكثر فى عدم تشبعها تمتص كمية اكسجين أكبر وتعطى رقم بيروكسيد أعلى قبل نهاية فترة التحضين induction period وتكون بداية التزنخ (نهاية فترة التحضين) أقل وضوحا الى حد ما عن الصنف الثانى للأكسدة .

وتتغير بشكل كبير كمية الأكسجين الممتصة لانتاج الزناخة حسب ما يلى : -

- تركيب الزيت .

– وجود أو عدم وجود المواد المضادة للأكسدة الطبيعية أو المضافة .

– الظروف التى تحدث عندها الأكسدة .

وفى العادة تكون كمية الاكسجين حوالى : –

١٥ – ١٥٠ ٪ من حجم الزيت .

أو ٠,٠٢ – ٠,٢ ٪ من وزن الزيت .

وعند إجراء اختبارات تسريع الأكسدة accelerated oxidation tests عند درجة حرارة ١٠٠°م على المواد الدهنية التالية بدأ ظهور علامات التزنخ عند ارقام البيروكسيد الموضحة .

الدهـــن	رقم البيروكسيد (ملليمكافىء / كجم)
دهـــن الخنزيـــر	٢٠
زيت بذرة القطن المهدرج (المسلى الصناعى)	٧٥
زيت بذرة القطن الغير مهدرج	١٢٥

وكلمـا ارتفـعت درجـة الحـرارة التى تحـدث عندها الأكـسـدة كلمـا اتجـهت درجـة البيروكسيد القصوى فى الانخفاض . ففى عينة نقية من استرات الميثيل لخليط الاحماض الدهنية لزيت فول الصويا لوحظ ما يلى : –

درجة حـــرارة الأكســـدة	أقصى بيروكسيد (ملليمكافىء / كجم)
٣٥° م	٣١٠٠
٥٥° م	٢٤٠٠
٧٥° م	١٧٠٠
١٠٠°م	٧٤٠

وعلى كل حال فإن الدهون المعرضة لأشعة الشمس أو الضوء القوى ذو الموجات قصيرة الموجة أو الدهون المخزنة فى وجود زيادة محدودة من الأكسجين قد تتزنخ عند أرقام بيروكسيد أقل كثيرا عن تلك المبينة .

والبيروكسيدات غير ثابتة مع الحرارة heat-labile وتصبح سريعة التحطم عند: -

أ - درجات الحرارة الناتجة من نزع الرائحة بالبخار steam deodorization

ب - القلى الشديد deep frying الخ .

وفى مراحل الأكسدة الأكثر تقدما التالية لنهاية فترة التحضين تصبح الدهون زنخة وذلك اذا تشققت cleavage نسبة صغيرة جدا من سلاسل أحماضها مكونة الدهيدات دهنية منخفضة وهى قوية النكهة والرائحة ووجودها بنسب صغيرة traces يكون دليلا واضحا . وبالتالى فإن الدهون المحتوية على نسبة صغيرة ۰٫۰۱ ٪ من ابيى هيدرين الدهيد epihydri-naldehyde (ومحتمل الدهيدات دهنية أخرى لنفس نظام المركبات) تكون مزنخة وتصبح غير غذائية . وهذا التركيز يمثل تكسير ما لا يزيد عن ۰٫۱ ٪ من الدهن .

وتحدث تغيرات كيميائية واسعة فى الدهن المؤكسد (بعد فترة التحضين) ويلاحظ ذلك من : -

أ - انخفاض الرقم اليودى .

ب - انخفاض مكافىء التصبن .

جـ - انخفاض نسبة الاحماض الدهنية الغير مشبعة العادية .

د - ظهور الأحماض التبادلية ، (وقد تم تحديد ميكانيكية انتاج الأحماض التبادلية) .

وفى مراحل أكثر تقدما للأكسدة الخارجية فإن رقم البيروكسيد فى آخر الأمر سوف تصل إلى الحد الأقصى ثم ينخفض decline وتبدأ البيروكسيدات فى التكسر decom-pose وتحدث كمية كبيرة من البلمرة polymerization حتى عند درجات الحرارة

المنخفضة.

أثر المواد المضادة للأكسدة Antioxidants : -

معظم المواد المضادة للأكسدة بما فيها التوكوفيرولات تسبب ما يلى : -

أ - زيادة مقاومة الدهن للأكسدة .

ب - زيادة كمية الاكسجين اللازمة لانتاج الزناخة .

وعلى سبيل المثال ، عند درجة حرارة ١٠٠ °م نجد أن : -

أ - دهن الخنزير المنخفض فى كل من : -

- الاحماض عديدة الايثينويد polyethenoid acids
- المواد المضادة للأكسدة الطبيعية .

يتزنخ بعد امتصاص حوالى ١٥ - ٢٠ ٪ من حجمه أكسجين .

ب - الزيوت النباتية المهدرجة (مثل زيت بذرة القطن وفول الصويا والفول السودانى .. الخ .) التى تماثل دهن الخنزير بالنسبة لعدم التشبع ولكنها : -

* عالية نسبيا فى التوكوفيرولات .

تتزنخ بعد امتصاص حوالى ٤٠ - ٨٠ ٪ من حجمها اكسجين .

جـ - زيت فول الصويا والذرة وعباد الشمس الغير مهدرجة والتى تكون : -

* مرتفعة فى الاحماض عديدة الايثينويد .
* التوكوفيرولات .

تتزنخ بعد امتصاص حوالى ١٥٠ ٪ وأكثر من حجمها اكسجين .

وعند نقطة التزنخ يكون رقم البيروكسيد أعلى عندما : -

أ – يزداد عدم التشبع فى الدهن .

ب – يزداد محتواه من المواد المضادة للأكسدة .

العوامل المحددة لمعدل الأكسدة : –

Factors determining rate of oxidation

لا تقاس السهولة التى تتأكسد بها أى مادة دهنية بواسطة درجة عدم تشبعها الكلية ولكن تقاس بواسطة : –

– التوزيع distribution

– هندسة الجزىء geometry

– عدد الروابط الزوجية . كما فى جدول " معدلات الأكسدة النسبية للأحماض الدهنية الغير مشبعة " .

– مجموعة الميثيلين المفردة ($-CH_2-$) single methylene group الموجودة بين روابط مزدوجة وهى مركز نشط جدا للأكسدة .

فالنشاط المرتفع لمجموعة الميثيلين المعزولة فى حمض ٩ – ١٢ لينوليك العادى هى المسئولة على أن هذا الحمض واستراته تتأكسد بسرعة تصل إلى ١٥ مرة من سرعة حمض الأوليك الذى يفتقر إلى هذه المجموعة .

وحمض اللينولينيك الذى يحتوى على مجموعتان ميثيلين نشطة يتأكسد بسرعة تصل إلى ضعف سرعة حمض اللينوليك .

ومن ناحية أخرى فإن حمض ٩ – ١٥ لينوليك الذى يحتوى على رابطتان مزدوجتان معزولتان ولا يحتوى على مجموعات ميثيلين معزولة نشطة يقاوم الأكسدة نسبيا مثل حمض الأوليك .

ويسجل جدول " معدلات الأكسدة النسبية للأحماض الدهنية الغير مشبعة " – معدلات الأكسدة النسبية لاسترات الاحماض الدهنية النقية كما حددها أربع مجموعات مختلفة من الباحثين .

وفي الجدول وضعت نتائج مختلفة ، وبمقارنتها بإعادة حسابها بالأسس العامة التى يشير فيها الرقم ١٠٠ إلى معدل أكسدة حمض اللينولينيك .

ومن المعدلات النسبية للأكسدة لحمض اللينوليك واللينولينيك والأراشيدونيك سوف نجد أن اضافة كل مجموعة ميثيلين نشطة للحمض تزيد معدل الأكسدة حوالى ١٠٠ ٪ .

– الروابط المزدوجة التبادلية conjugated شديدة التفاعل مع الأكسجين ، ومن ثم فإن حمض اليواستياريك eleostearic acid يتأكسد بسرعة أكبر من حمض اللينولينيك.

ويتفاعل حمض الأوليك بسرعة أكبر من حمض الاليايديك elaidic

– الشكل الطبيعى أو " ألفا α " لحمض اليواستياريك يكون أكثر استجابة للأكسدة عن الشكل " بيتا B " الأعلى فى درجة الانصهار .

– المتماثلات سس cis - isomers تخضع للاضافة عند الرابطة المزدوجة بسرعة أكثر من المتماثلات ترانس trans isomers . وعموما فإن المتماثلات الهندسية لها تأثير كبير على معدل الأكسدة . فبجانب مقاومتها للأكسدة فإنها تتحول بالايزوميرية الى الصورة ترانس .

– تتأكسد الاحماض الدهنية الحرة بسرعة أكبر من الجلسريدات أو الاسترات المماثلة. وعلى كل حال فإن زيادة التركيز المعتدل للأحماض الدهنية فى الدهن لا تؤثر فى العادة على ثباته الى درجة ملحوظة .

ولا يصاحب التحلل hydrolysis بالضرورة أو حتى فى العادة أى أكسدة محددة . والدهون التى فى حالة متقدمة من الأكسدة تزداد فيها الحموضة خلال تجميع نواتج تشقق الحمض .

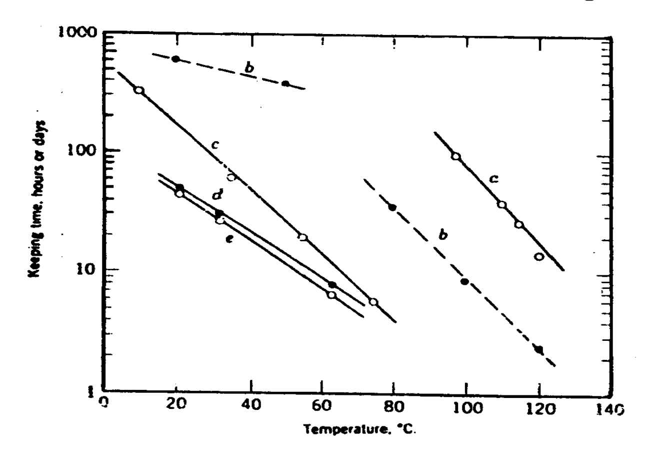
كما يزداد معدل امتصاص الاكسجين بشكل واضح بواسطة : –

– تعريض الدهون للضوء . وخاصة الاشعة الفوق بنفسجية أو المناطق المجاورة للأشعة الفوق بنفسجية .

– وجود مسرعات الأكسدة prooxidants

– الحرارة .

والشكل التالى يبين تأثير الحرارة على معدلات الأكسدة . وفيه نجد أن تأثير الحرارة يرفع معدل أكسدة الدهون المختلفة .



a – عرضت عينات مسلى نباتى وحيوانى تجارى متنوعة للهواء حتى تزنخت .

b – عرضت عينات أوليات ميثيل نقية للهواء حتى وصل رقم البيروكسيد إلى ٥٠٠ ملليمكافىء .

c – عرضت عينات استرات ميثيل نقية لخليط أحماض دهنية لزيت فول الصويا للهواء حتى وصل رقم البيروكسيد الى ٥٠٠ ملليمكافىء .

E,d – عرضت عينة مسلى زيت نباتى تجارى للتحضين عند درجة حرارة ٦٣°م ثم خزنت عند درجة حرارة ٢١°م حتى تزنخت .

والتجارب التى اجريت على عينة من أوليات الميثيل النقية دلت على أن :

١ – يزداد معامل حرارة temperature coefficient التفاعل بشكل ملحوظ عند درجات حرارة أعلى من ٦٠ °م .

٢ – تحت هذه الدرجة (٦٠ °م) يتضاعف معدل الأكسدة مع كل زيادة فى الحرارة قدرها ٤٥°م .

٣ – أعلى هذه الدرجة (٦٠°م) يتضاعف معدل الأكسدة مع كل زيادة فى الحرارة قدرها ١١°م .

والتجارب التى اجريت على عينات من مواد دهنية بما فيها الدهون التجارية ظهر أنها تخضع لنفس التأثير .

أما التجارب التى اجريت على استرات الميثيل لخليط الاحماض الدهنية لزيت الصويا وجد أن التأثير الحرارى منتظم على مدى درجات الحرارة من ١٥ – ٧٥°م وأن معدل الأكسدة يتضاعف كل ١٢°م .

أما التجارب التى اجريت على عينات من المسلى النباتى والحيوانى التجارى وجد أنه عند درجة حرارة ١١٠°م يتضاعف معدل الأكسدة ٢,٥ مرة كل ٩°م عما كانت عليه عند درجة حرارة ٩٧,٨°م .

والتجارب التى اجريت على عينات المسلى المحضنة عند درجة حرارة ٦٣ °م والمخزنة عند درجات حرارة ٢١°م و٣٢°م كان معدل الأكسدة يتضاعف كل ١٦°م تقريبا .

وإلى حد ما يختلف تأثير التسريع الحرارى باختلاف العينات ، لأن الدهون الطبيعية المختلفة ، يختلف محتواها من : –

١ – المواد المانعة للأكسدة .

٢ – المواد المسرعة للأكسدة .

وهاتان المادتان ليست متساوية التأثير عند درجات الحرارة – فعلى سبيل المثال نجد أن : –

١ – عينات المسلى المجهزة من حصص lots مختلفة من الزيت تختلف تماما فى معدل الثبات عند درجة حرارة من ٦٣°م إلى ٩٨°م .

٢ – عند تحضير مجموعة من العينات من حصة واحدة من الزيت ، ولكنها مختلفة في الهدرجة فإنها تعطى درجات واسعة الاختلاف من الثبات .

أكسدة المكونات الغير جلسريدية : –

oxidation of nonglyceride constituents

بالرغم من أن التغيرات الكيميائية التى تحدث للجلسريدات أثناء عملية التزنخ ذات أهمية رئيسية . فإن تأثير الأكسدة على المكونات الصغيرة للزيت لها أيضا بعض الأهمية . فنجد أن : –

* فيتامين E النشط (والمشار اليه بالتوكوفيرولات) الموجود بالزيت يتأكسد .

* تتوافق نهاية فترة التحضين مع بداية الهدم السريع للكاروتين وفيتامين A .

* الأكسدة الى نقطة التزنخ تحدث انخفاض ملحوظ فى نسبة المواد الغير قابلة للتصبن فى الزيوت ويعزى ذلك الى تمزيق الأكسدة لمادة اسكوالين squalene أو الهيدروكربونات الغير مشبعة الأخرى وتنتج مركبات حميضة .

* لا يفهم جيدا تلف الأكسد ة للفوسفاتيدات بالرغم من أنها تلعب دورا هاما .

المواد المضادة للأكسدة والمسرعة للأكسدة : -

Antioxidants and prooxidants .

بينما تعتمد السهولة والسرعة التى يتأكسد بها الزيت أساسا على ما يحتويه من روابط مزدوجة نشطة للتفاعل فإنه يتأثر أيضا وبشكل كبير على وجود مواد اضافية معينة والتى توجد فى الزيت أما طبيعية أو باضافتها إليه .

* والمواد التى تساند أكسدة الدهون تسمى بالمواد المساعدة للأكسدة prooxidants .

* والمواد التى تثبط الأكسدة تسمى مواد مضادة للأكسدة antioxidants أو تسمى بالمثبطات inhibitors .

وتحتوى كل الزيوت والدهون الطبيعية على مواد مضادة للأكسدة متميزة . ووجود هذه المواد فى الزيوت النباتية تخدم هدف معين هو حماية الزيت من التلف خلال الحياة العادية للبذور .

وفى العادة تحتوى الزيوت النباتية على كمية أكبر من المواد المضادة للأكسدة عن الزيوت والدهون الحيوانية ومن ثم تكون فى العادة أكثر ثباتا عن الزيوت الحيوانية التى لها نفس الدرجة من عدم التشبع .

والخاصية الملحوظة للمواد المضادة للأكسدة هى تأثيرها الكبير بالرغم من تركيزها المنخفض فى الزيت . وفى العادة لا تزيد كمية المواد المضادة للأكسدة الطبيعية الموجود بالزيت عن اجزاء قليلة من ١ ٪ .

ولا توجد ميكانيكية مقبولة مقترحة لتفسير كيف تستطيع هذه المواد الغريبة الموجودة بنسبة صغيرة على بذل مثل هذا التأثير القوى المؤخر للأكسدة .

وربما يكون تفسير هذا التأثير المؤخر للأكسدة للهيدروكينون والمركبات المشابهة والتى تشمل التوكوفيرولات وهو كما يلى : -

RO_2H = primary oxidation product (hydroperoxide), and $HO-C_6H_4-OH$ = hydroquinone:

$$HO-C_6H_4-OH + R^\bullet \longrightarrow HO-C_6H_4-O^\bullet + RH \quad (1)$$

$$HO-C_6H_4-OH + RO_2^\bullet \longrightarrow HO-C_6H_4-O^\bullet + RO_2H \quad (2)$$

$$HO-C_6H_4-O^\bullet + HO-C_6H_4-O^\bullet \longrightarrow HO-C_6H_4-OH + O{=}C_6H_4{=}O \quad (3)$$

حيث يكون : -

RH = نـظـام linoleic pentadiene النشط وأن H هو الايدروجين الغير مستقر لجموعة الميثيلين .

R^* = الشـــق الحـــر free radical

RO_2^* = الشق المؤكسد

RO_2H = ناتج الأكسدة الابتدائى (هيدروبيروكسيد) .

وتوضح المعادلتان ١ ، ٢ أن المواد المضادة للأكسدة تعطى ذرات أيدروجين لتنهى كل من مـرحلتى البدء initiating والانتشار propagating فى الأكسدة الخارجية . وبسبب الحاجة الى طاقة لازالة ذرة الايدروجين H من نظام RH لتكوين الشق الحر R^* فإن هذه الخطوة تكون بطيئة .

واذا كانت المواد المضادة للاكسدة موجودة قبل انتاج بعض حاملات السلاسل والشقوق radicals and chain carriers يصبح من السهل معرفة كيف تستطيع الكميات الصغيرة trace amounts من هذه المواد من القيام بالتأخير الكبير لتقدم الأكسدة الخارجية حتى اذا تدمرت فى النهاية المواد المضادة للاكسدة .

أثناء تفاعل الأكسدة الخارجية ، اذا كان متوسط طول السلسلة المتحركة طويلا فإن وجود الكميات الصغيرة من المواد المضادة للاكسدة سوف يحدث انخفاضا كبيرا فى معدل تفاعل الأكسدة الخارجية .

وقد نشرت براهين على امكانية تكوين شق نصف الكينون semiquinone redicals وهو ثابت بدرجة تكفى لبقائه فترات كبيرة .

أما إذا تحطمت المواد المضادة للاكسدة خلال فترة التحضين فإنه تحدث زيادة سريعة فى معدل تكوين البيروكسيد بعد ذلك .

بعض المواد النمطية المانعة للأكسدة هي : -

- صمغ جاوه gum guaiae
- nordyhydroguaiaretic acid
- الليسيثين lecithin
- التوكوفيرولات tocopherols
- butylated hydroxyanisole
- propyl gallate

بالاضافة إلى بعض المكونات الناتجة من اتحاد هذه المركبات مع مواد حافزة أخرى synergists.

وقد اقترح مئات المواد ولكن القليل منها فقط هو الذى أثبت فاعليته كمواد مضادة للأكسدة فى الدهون الغذائية .

وعند اجراء الاختبارات المعملية وجد أن : –

١ – الدهون الخالية من موادها المضادة للأكسدة عن طريق التقطير الجزيىء molecular distillation أو بالمعالجة بمواد ادمصاص adsorbants مناسبة وكذلك الجلسريدات الخالية من مضادات الأكسدة والاسترات الدهنية الأخرى المحضرة من أحماض دهنية مقطرة أو استراتها الاحادية . مثل هذه المواد النقية لا يكون لها فترة تحضين أو قد تكون قصيرة .

٢ – أى دهن يعرض للأكسجين سوف يقاوم التزنخ لفترة تطول أو تقصر حسب المعدل الذى عنده تتدمر مضادات الأكسدة تحت ظروف التخزين أو الاختبار .

٣ – اختفاء المواد المضادة للأكسدة أثناء سريان عملية الأكسدة قد يكون تزامنه قريبا من نهاية فترة التحضين .

٤ – مضادات الأكسدة ليس لها تأثير بعد نهاية فترة التحضين .

٥ – عندما تحدث الأكسدة السريعة (المرحلة الثانية للأكسدة) فإن معدل سرعة الأكسدة فى الدهن الذى كان يحتوى فى الأصل على مضادات الأكسدة تكون مساوية لنفس سرعة الأكسدة فى الدهن الغير محمى .

وبالرغم من هذه هى الحالة العامة لتأثير مضادات الأكسدة ألا أنه لوحظ وجود أرقام شاذة أوجدت بعض الشك فى أن اسلوب مضادات الأكسدة يكون أبسط من المستنتج سابقا ... ومن أمثلة ذلك ما يلى : –

١ – بالرغم من أن الاسترات الدهنية النقية المحتوية على نسبة عالية من أحماض

اللينوليك أو الأحماض الاخرى عديدة عدم التشبع ليس لها فترة تحضين يمكن تقديرها . فإن المواد الدهنية المماثلة التى يغلب فيها حمض الأوليك تحتاج إلى بعض الوقت حتى تصبح سريعة الأكسدة . أى أنه له فترة تحضين كبيرة . وليس ذلك كما يفترض أحيانا أنه نتيجة للتنقية الغير كافية .

٢ – فى بعض الحالات لوحظ عدم اختفاء مضادات الأكسدة من بعض الدهون الطبيعية عند نهاية فترة التحضين ، أى أنه قد تصبح الدهون متزنخة وما زالت تحتوى على مضادات أكسدة أو على مواد يسهل تحويلها إلى مضادات أكسدة .

وقد أثبت " امرى – انجيل " Emmerie - Engel أن دهن الخنزير المحتوى على كميات كبيرة من التوكوفيرولات يظل محتويا على كمية كبيرة منها بعد بدء الأكسدة السريعة للدهن .

تركيز مضادات الأكسدة :

١ – حسب نظرية تفاعل السلسلة chain reaction theory يتناسب التأثير الواقى للمواد المضادة للأكسدة تناسبا طرديا مع تركيزها فى الدهن أو المواد الأخرى . وقد وجد أن ذلك لا ينطبق الا فى مجالات محددة لمواد قليلة من مضادات الأكسدة.

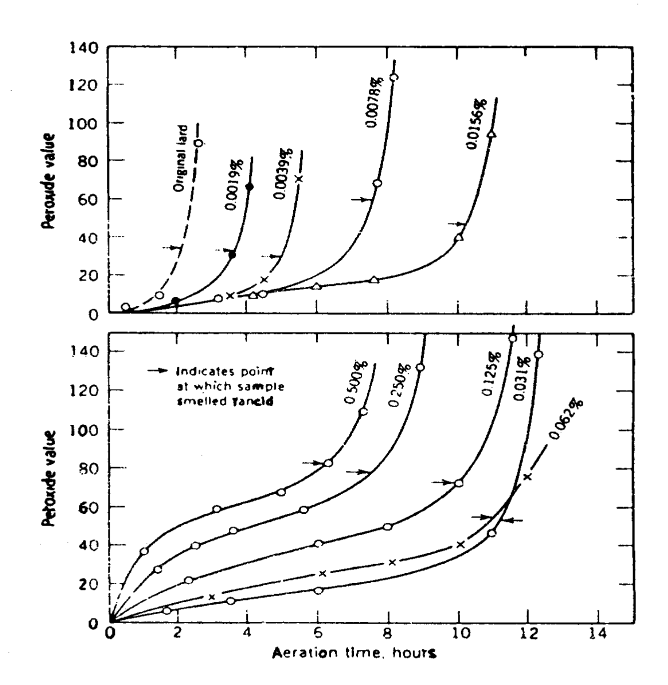
اذ يعتقد أن التركيزات العالية من مضادات الأكسدة يستهلك جزء كبير منها فى تفاعلات جانبية وبهذا لا تؤدى وظيفتها كمواد محطمة breaker لسلسلة التفاعل الرئيسية main reaction chain وفى بعض الحالات ظهر أن مضادات الأكسدة قد تتحلل ويكون ناتج تحللها مواد تزيد من سرعة الأكسدة .prooxidant action

٢ – وجد بوجه عام أن الاضافة المتتالية لمضادات الأكسدة تنتج زيادة ثبات المواد .

٣ – تأثير التوكوفيرولات وهى مضادات أكسدة طبيعية ورئيسية للزيوت والدهون تأثير معقد. وتحقق أقصى فاعلية لها عند تركيزات منخفضة نسبيا ومساوية تقريبا لتركيزاتها الطبيعية فى الزيوت النباتية .

أما التركيز الأعلى من أقصى تركيز لها فى الزيوت النباتية قد يعمل فى الواقع كمسرع للأكسدة .

والشكل التالى يبين ثبات دهن الخنزير المحضن بواسطة اضافة نسب مختلفة من خليط التوكوفيرولات فى صورة مقطرات جزيئية molecular distillate من زيت فول السودانى .



مثبطات المعادن metal deactivators : -

وتسمى أيضا بالعوامل الكلابية chelating agents

وهذه المواد ليست فى الواقع مضادات أكسدة ولكن وجودها يعزز الثبات أو يعاونه فقط فى وجود مضادات أكسدة أساسية من النوع الفينولى .

وقد وجد أن : -

١ - هذه المواد تزيد ثبات الزيوت النباتية بشكل كبير .

٢ - هذه المواد غير فعالة نسبيا فى أغلب الدهون الحيوانية والمواد الدهنية النقية .

ومن هذه المواد الحمضية ما يلى : -

* حمض الستريـــك
* حمض الطرطريـك
* حمض الفوسفوريك
* حمض اسكوربيـــك ascorbic

مسرعات الأكسدة prooxidants

فى الدهون التجارية ومنتجاتها يغلب وجود كميات صغيرة traces من المعـادن (على صـورة صـابون) تتكون أثناء تأثير الأحمـاض الدهنيـة الحـرة على الخـزانات tanks وعلى الأجهزة والمعدات المعدنية الأخرى المستخدمة فى تخزين وتشغيل الزيوت .

وقد وجد أن الكميات التالية من المعادن (وتقدر بأجزاء من المليون) تقلل مـــن زمن الحفـظ keeping time لدهن الخنزير الى النصف عند درجة حرارة ٩٨°م وهى : -

٠,٠٥	نحـاس
٠,٦٠	مانجنيز

	٠,٦٠	حديـد
	١,٢٠	كـروم
	٢,٢٠	نيكـل
	٣,٠٠	فانديوم
	١٩,٦	زنـك
حوالى	٥٠,٠٠	الومنيوم

ومن هذا نجد أن النحاس على وجه الخصوص قوى جدا كمسرع للاكسدة وأن تأثيره يكون عند تركيز أقل من ١ جزء فى المليون . ولذلك يجب تجنب النحاس والسبائك المزودة بالنحاس فى تصنيع المعدات المداولة للزيوت والدهون الغذائية . وأن استعمال الصمامات والمحابس المصنعة من النحاس الأصفر يعتبر سيىء من الناحية العملية .

والضرر الذى يحدثه المعدن على ثبات الزيت يعتمد على : -

١ - نشاط المعدن كمسرع للأكسدة prooxidant

٢ - مدى ذوبان المعدن فى الزيت

فالمواد الدهنية المحتوية على نسبة عالية من الاحماض الدهنية الحرة تذيب المعادن بسرعة أكبر من الزيوت المتعادلة .

وعند اجراء عمليات التشغيل عند درجات حرارة منخفضة نجد أنه لا يحدث أى تآكل فعال للحديد الزهر carbon steel بواسطة الزيت ويؤثر على ثباته .

أما عند درجات الحرارة العالية وخاصة التى تستخدم عند نزع الرائحة بالبخار ٢٠٥ - ٢٤٥°م نجد أن التأثير المسرع للاكسدة للكميات الصغيرة للمعدن الناتجة من وعاء التشغيل يصبح خطيرا .

وعند اجراء سلسلة تجارب لنزع رائحة زيت بذرة القطن المهدرج بالمعمل عند درجة

حرارة ١٨٠ - ٢٣٠°م فى وعاء زجاجى مع - و - بدون وجود معادن مختلفة وسبائك فى شكل حبيبات أو خراطة أوضحت أن : -

١ - الالومنيوم والنيكل وحدهما ليس لهما تأثير ضار على الزيت .

٢ - ثبات الصلب الذى لا يصدأ stainless steel من نوع ٣١٦ أفضل من الصلب الذى لا يصدأ من نوع ٣٠٤ والأخير أفضل قليلا من ألواح مراجل الصلب . boiler-plate steel

ومن الناحية العملية ، وجد أن الطبقة الرقيقة film من الزيت المبلمر بالحرارة المتكون على أسطح الأوعية المستخدمة فى التشغيل عند درجات الحرارة العالية قد تقدم بعض الحماية ضد التأثير المسرع للأكسدة للمعدن .

والميكانيكية التى تقوم بها المعادن والمواد المسرعة للأكسدة الأخرى لتعجيل الأكسدة الخارجية للدهن غير واضحة . وأحد التفسيرات هو أنها تعمل كمحفزات لمعدل تكوين وهدم البيروكسيدات . ولهذا تؤدى الى التكوين السريع للمواد ذات الروائح والطعم الغير مرغوب فيها .

اختبار تعجيل (تسريع) الأكسدة Accelerated Oxidation test :-

تجرى طرق الكشف عن التزنخ لتحديد ثبات الدهون أو المنتجات الغذائية للدهون .

ويمكن تعريف الثبات بأنه " مقاومة المادة للأكسدة الخارجية تحت ظروف محددة من الوقت " وتقاس بوحدات الزمن اللازم للمادة : -

أ - للوصول إلى نهاية فترة التحضين باستخدام طرق قياس امتصاص الاكسجين أو تحليل البيروكسيد .

ب - للحصول على حالة الأكسدة المرتبطة بالكشف عن الطعم والرائحة الزنخة .

وهذا الزمن يكون طويل للغاية تحت ظروف التخزين العادية وبخاصة فى وجود

مضادات الأكسدة ولذلك فمن الضرورى اجراء اختبارات اكسدة سريعة .

وكان " ويلر Wheeler " أول من اقترح الطريقة المستخدمة على نطاق واسع لاجراء الاختبار الروتينى على الدهون الغذائية فى الولايات المتحدة . ثم قام بتعديلها كل من " كنج – و – روسكين – و – اروين "، " King - Roschen and Irwin "

وتسمى بالاسماء التالية : –

– اختبار التهوية	earation test .
– طريقة الاكسجين الفعال	active oxygen method
– اختبار الثبات	stability test

وتحدث التهوية المستمرة للعينة عند درجة حرارة ٩٧,٨°م مع معايرة البيروكسيد باستمرار وعلى فترات وتحديد الزمن اللازم لتزايد رقم البيروكسيد النوعى .

ورقم البيروكسيد المختار كنقطة نهاية end point سوف يمثل القيمة المتوسطة لبدء التزنخ المحدد للدهن الجارى اختباره .

وعلى كل حال ، لا توجد أرقام مقبولة بصفة عامة لأى دهن . وتختلف المعايير standards من معمل إلى آخر ومنها ما يلى : –

	رقم البيروكسيد (ملليمكافىء / كيلو جرام)
دهن الخنزير	٢٠
مسلى دهن الخنزير المهدرج	٤٠
زيت أوليو Oleo Oil	٦٠
مسلى زيت نباتى مهدرج (من زيت بذرة القطن وفول الصويا)	٨٠

زيت زيتون غير مهدرج أو زيت الفول السودانى	٥٠ – ٦٠
زيت بذرة القطن	
زيت الذرة	١٢٥ – ١٥٠
زيت عباد الشمس أو زيت فول الصويا	

وفى بعض المعامل يكون المعتاد هو تسجيل الزمن اللازم لاكساب العينة رائحة زنخة بواسطة الهواء المتدفق خلالها بصرف النظر عن رقم بيروكسيد الدهن .

ومن المحتمل أن تكون أبسط طرق التعجيل (التسريع) وأكثر استخداما لتحديد ثبات الدهون أو منتجاتها هو اختبار الفرن أو سكال oven or schaal test وفيها تحضن العينة داخل وعاء غير محكم الغلق وتوضع فى فرن درجة حرارته ٦٠ – ٦٢,٧°م حتى تصل إلى رقم بيروكسيد معين أو تكتسب نكهة ورائحة التزنخ .

ولا توجد معايير قياسية standards مختارة لهذه الطريقة . ومن ثم لا يمكن عمل مقارنة حاسمة حول نتائج المعامل المختلفة . وهذا الاختبار مناسب بصفة عامة لتحديد ثبات دهون الحلوى والأغذية المحتوية على دهون .

ولا يزال بعض الباحثين يفضلون استخدام طرق قياس امتصاص الاكسجين فى بعض الدراسات المبكرة للتزنخ ولتأثير مضادات الأكسدة ، إلا أنها غير مناسبة للإستخدام الروتينى عن طريقة ثبات التسريع .

وليس من السهل اجراء اختبارات ثبات التسريع على المركبات المحتوية على دهن وخاصة المنتجات المستحلبة مثل صلصة السلطة salad dressing وصلصة المايونيز mayonnaise ويفضل اجراء اختبارات غرف التخزين عند درجات حرارة مضبوطة .

وعلى كل حال فإن الكشف عن الزناخة له مصاعبه بسبب وجود العوامل المكسبة للنكهة flavoring agents وبسبب تعدد المنتجات المختلفة والعوامل المتعذر ضبطها فى طرق

تحديد الثبات فإنه من المستحيل عمل مقارنة حاسمة لكثير من البيانات المنشورة أو اعطاء عبارات كمية مقنعة عن الأرقام النسبية لمضادات الأكسدة . والهدف الرئيسى من استخدام اختبارات التسريع هو : -

أ - الارشادات السريعة لضبط الجودة quality control للمنتج .

ب - الغربلة المبدئية لمضادات الأكسدة .

جـ - التشغيل التجريبى .

وفى الكثير من الأعمال المنشورة عن مضادات الأكسدة فضل بعض الباحثين التعبير عن أرقام الثبات stability values الناتجة من : -

- الدهن المقارن fat control

- ومن الدهن المحتوى على تركيز محدد من مضادات الأكسدة .

على صورة علاقة نسبية تسمى بعامل الحماية (PF) protection fatcor لمضاد الأكسدة ويكون التميز بالوحدة كما فى المعادلة التالية .

$$PF = \frac{\text{Stability of the sample containing antioxidant}}{\text{stability of the control sample}}$$

$$\text{معامل الحماية} = \frac{\text{ثبات العينة المحتوية على مضاد الأكسدة}}{\text{ثبات عينة الدهن المقارن (خالية من المواد المضادة للأكسدة)}}$$

والوسيلة الأخيرة للتعبير تكون أفضل اذا كان معامل الحماية لمضاد الأكسدة الجارى اختباره أمكن استنتاجه من عينات مختلفة لنفس نوع الدهن .

فعلى سبيل المثال ، يكون المعامل أكبر كثيرا لدهن الخنزير ذو الثبات الأولى المنخفض Low initial stability عن معامل دهن الخنزير ذو الثبات الأولى المرتفع high initial stability ويجب الاهتمام بتركيز مضادات الأكسدة وثبات العينة

المقارنة.

ويختلف معامل الحماية لمضاد الأكسدة حسب : -

أ - نوع الاختبار المستخدم .

ب - تركيز مضاد الأكسدة .

جـ - العينة المقارنة .

ومضادات الأكسدة التى تثبت دهن الخنزير ضد التزنخ لأكثر من عام عند درجة حرارة الغرفة قد لا تصلح فى الغالب لبعض منتجات اللحوم . ولذلك يجب فى النهاية تقييم (اختبار) مضاد الأكسدة لكل منتج غذائى على حدة .

وعند تقييم مضادات الأكسدة الغير مماثلة لمضادات الأكسدة الموجودة طبيعيا فى الزيوت والدهون . قد يظهر سلسلة أخطاء عند اجراء الاختبار حيث تتم الأكسدة تحت ظروف مختلفة عن الأكسدة التى تحدث أثناء التخزين العادى .

وفيما يلى نتائج توضيحيه : -

١ - عند اختبار عينة من دهن الخنزير المحتوى على ٠,١ ٪ من مادة D - isoascorbyl palmitate ، بطريقة الاكسجين الفعال (النشط) عند درجة حرارة ٩٧,٨°م وجد أن زمن الحفظ امتد من ٨ الى ٤٠ ساعة .

٢ - وعند اختبار العينة نفسها والمحتوية على نفس المادة الحافظة بنفس التركيز ولكن بطريقة امتصاص الاكسجين عند درجة حرارة ٧٠°م وجد أن زمن الحفظ انخفض من ٣٥ الى ٦ ساعات .

وكانت النتيجة الأخيرة مطابقة لاختبار التخزين عند درجة حرارة الغرفة .

وبسبب هذه النتائج المتضاربة بالاضافة الى وجود اختلافات واضحة فى سريان course الأكسدة عند درجات الحرارة المرتفعة ، جرى البحث عن طريقة اختبار مرضية بخلاف التعجيل الحرارى - heat accelerated .

وأفضل طرق تقييم مضادات الأكسدة فى المواد الدهنية النقية هى التى تجرى الأكسدة فيها عند درجات الحرارة العادية وتعجل بمادة الهيماتين hematin . وعلى كل حال ، فإنها ليست مناسبة للاختبار الروتينى للدهون التجارية لأن النتائج تشذ اذا وجد فى الاصل كميات صغيرة traces من البيروكسيدات فى المادة المختبرة .

عودة (ارتداد) النكهة Flavor Reversion : -

بعد معالجة بعض الدهون بالتكرير والتبييض ونزع الرائحة بالبخار ، وبعد أن تصبح عديمة النكهة والرائحة وخلال الأكسدة القريبة جدا من الأكسدة اللازمة لتكوين التزنخ تظهر نكهة كريهة يطلق عليها " عودة النكهة " ومن العوامل المساعدة لعودة النكهة ما يلى : -

١ - الاحماض الدهنية الغير مشبعة المحتوية علي أكثر من رابطتان مزدوجتان : -

والزيوت التى تخضع لعودة النكهة الواضحة هى التى تحتوى على كميات معقولة من حمض اللينولينيك أو الأحماض الدهنية الأخرى المحتوية على أكثر من رابطتان مزدوجتان وتشمل الزيوت البحرية وزيت الكتان وزيت فول الصويا وزيت اللفت .

ومعظم الحالات المزعجة لعودة النكهة هى التى تحدث فى زيت فول الصويا الذى يستخدم أساسا فى الأغراض الغذائية مع أنه يعتبر زيت حمض اللينولينيك .

وفى زيت فول الصويا الغير مهدرج يحدث ارتداد النكهة على مرحلتان هما : -

أ - المرحلة المعتدلة : وفيها تكون النكهة المرتدة أما " فولية beany " (أى قريبة من

رائحة فول الصويا نفسه .

ب – المرحلة المتقدمة : وفيها تكون النكهة " عشبية grassy " أو طلائية " painty (أى تشبه الطلاء) أو سمكية fishy " .

وفى زيت فول الصويا المهدرج فإن نكهتـه المكتسبـة المتميـزة تذكرنـا بالقش straw " أو التبن hay وتكون له نوعية خاصة تميل إلى بقاء الطعم طويلا فى الفم بعد تناول الطعام المحتوى على هذا الزيت .

وعند تسخين الدهن الى درجة حرارة عاليـة كمـا فـى حالة القلـى الشديـد deep frying فإن النكهة المرتدة وبصفة خاصة الرائحة المرتدة تكون غير سارة .

ولا يمكن التخلص من الميل الى الارتداد باجراء عملية الهدرجة للزيت الى النقطة التى يفترض عندها اختفاء كل أحماض اللينولينيك أو الأحماض الدهنية عالية عدم التشبع الأخرى . وقد وجد أن النكهة المرتدة للزيت المهدرج تشبه قليلا الى مثيلتها لنفس الزيت الغير مهدرج ومن المحتمل أن تكون طريقة الارتداد مختلفة أساسا فى الحالتين .

وقد سجلت براءة اختراع عدة طرق فنية خاصة للهدرجة لانتاج زيت فول صويا مهدرج جزئيا بأقل ميل نحو ارتداد النكهة ولكنها محدودة القيمة limited value

والنكهة المرتدة لزيت بذر الكتان تشبه مثيلتها لزيت فول الصويا ولكنها أقوى أما النكهة المرتدة للزيوت البحرية فتكون " سمكية fishy .

وتعـزى النكهـة المرتدة لزيت بـذر الكتـان المهـدرج (بالاستـدلال بارتـداد نكهة زيـت فول الصويا) على وجه الخصوص الى وجود حمض أيسولينوليـك isolinoleic (9.15- octadecadienoic) الناتج من هدرجة

حمض اللينولينيك عند الرابطة المزدوجة الوسطى .

٢ - المواد الغير قابلة للتصبن .

في حال اضافة المواد الغير قابلة للتجصبن بالزيت :

أ - يحدث ارتداد فى زيت الفول السودانى .

ب - لا يحدث ارتداد لزيت بذرة القطن .

جـ - لا يحدث ارتداد حرارى heat reversion فى منتجات زيت بذرة القطن .

في حالة عدم وجود المواد الغير قابلة للتصبن بالزيت : -

أ - يوجد ارتداد حرارى مؤكد عند اعادة تكوين reconstituted الجلسريدات أو الاسترات الاخرى الخالية من المواد الغير قابلة للتصبن .

ب - ترتد نكهة زيت فول الصويا بعد ازالة مواده الغير قابلة للتصبن بالاستخلاص .

جـ - ينخفض الميل الى الارتداد بشدة لزيت فول الصويا عند استنزاف مادته الغير قابلة للتصبن بمواد الادمصاص .

د - يتحسن ثبات نكهة flavor stability زيت فول الصويا عند خفض ما يحتويه من مواد غير قابلة للتصبن باستخدام نزع الرائحة بالبخار الشديد .

وربما يكون الارتداد الحرارى للزيت مرتبط بتركيب الجلسريد ، بينما يرتبط الارتداد الحادث عند درجات الحرارة العادية بالمواد الغير قابلة للتصبن .

ومن المحتمل أن يكون ارتداد النكهة الحرارى والارتداد العادى مختلفان ، وأن الاضطراب فى النتائج المذكورة نتج أساسا عن الفشل فى التمييز بين الاثنين .

ومن هذا يتضح أنه يجب وجود كل من : -

- أحماض دهنية غير مشبعة معينة

- مواد غير جلسريدية .

ومن المحتمل أن يحدث الارتداد نتيجة للتفاعل بين الاثنين المتزامن مع أكسدة محدودة لانتاج مركبات تربط نفسها بشدة مع العوامل الأخرى .

٣ - المواد النيتروجينية : -

فى الزيوت النباتية الغير مهدرجة . ترتبط النكهة السمكية fishy flavor للزيوت بوجود المركبات النيتروجينية الداخلة فى اتحاد كيميائى مع الزيت أثناء سريان الأكسدة .

وفى بعض الحالات يشترط لحدوث النكهة السمكية وجود أحماض دهنية عالية عدم التشبع .

٤ - الرطوبة الموجودة بالبذور : -

الرطوبة الموجودة بالبذور أثناء الطحن تعتبر عامل هام فى تحديد ميل الزيت الى الارتداد ، فالبذور التى تحتوى على نسبة عالية من الرطوبة تكون سهلة التلف أثناء التشغيل.

٥ - البذور التالفة damage beans : -

من المحتمل أن تحتوى البذور التالفة على كميات كبيرة نسبيا من المواد الناتجة من تحلل البروتينات أو المكونات الأخرى للبذور .

وأثناء مراحل التشغيل المختلفة يزال الجزء الأكبر من هذه المركبات مع الاصباغ الكاروتينية سهلة الازالة . والجزء المتبقى من نواتج التحلل له تأثير كبير على ارتداد النكهة .

وقد اقترحت الأعمال التمهيدية أن المركبات المسئولة عن ارتداد النكهة والرائحة فى زيت فول الصويا هى : -

أ - فى الزيت الغير مهدرج : -

مركب acetaldehyde

و مركب 2,4 - decadienals

ب - فى الزيت المهدرج : -

مركبات α,B- unsaturated carbonyl

٦ - الاختلاف في ظروف التشغيل : -

وقد سجل أن الاختلافات المتعاقبة فى تشغل الزيت لها تأثير معاكس على ثبات نكهة زيت فول الصويا ومنها : -

أ - استخدام محلول قلوى مركز جدا .

ب - التكرير عند درجة حرارة عالية .

جـ - التماس الغير كاف بين الزيت ومحلول التكرير .

د - الازالة الغير كافية للماسيولاج foots (صابون soap) بعد التكرير .

هـ - التبييض الغير كاف .

٧ - أثر درجات الحرارة العالية : -

اذا أجرى نزع الرائحة بالحرارة العالية كما ينبغى فإنها تعزز ثبات النكهة .

أما إذا اجرى نزع الرائحة باستخدام الحرارة العالية للغاية excessively high temperature فإنه يضر بثبات نكهة الزيت الغير مهدرج (وليس للزيت المهدرج) لتكوينه درجة معينة من البلمرة للأحماض عديدة عدم التشبع . إلا أن المشتغلون الأوربيون استخدموها بنجاح لتحسين النكهة وثبات نكهة الزيوت البحرية الغير مهدرجة وموضع الشك فيها من الناحية العملية هو الخوف من التأثير الفسيولوجى لهذه البلمرات والتى تقترح عدم

الرغبة فيها من الناحية الغذائية .

٨ - المعادن الثقيلة : -

أكدت البحوث الحديثة أن مشكلة نكهة زيت فول الصويا الغير مهدرج ترجع إلى وجود الكميات الصغيرة traces من المعادن الثقيلة والتى يمكن التخلص منها باستخدام ما يسمى بـ : -

- عوامل تعقيد المعدن	metal complexing agents
- أو كاسحات المعـــدن	metal scavengers

ومن هذه المواد : -

* أحماض الستريـــــك
* " الطرطريـــك
* " الفوسفوريك

وهناك سلسلة حديثة من براءات الاختراع تذكر أن المواد التالية تقوم كعوامل مضادة للارتداد antireversion agents ومنها : -

احادى الكيل	monoalkyl
استرات الكيلين لحمض الستريك	alkylene-esters of citric acid
مثل سترات أحادى ايزوبروبيل	mono-isopropyl citrate

البلمرة Polymerization : -

لا تزال البلمرة غير مفهومة بالكامل ، وتحدث البلمرة للأحماض الدهنية عالية عدم التشبع واستراتها كما يلى : -

ظروف التفاعل :

١ – فى وجود الاكسجين عند درجات الحرارة العادية .

٢ – فى غياب الاكسجين عند درجات الحرارة العالية .

نواتج التفاعل :

خلافا لمعظم تفاعلات الدهون ومشتقات الاحماض الدهنية الأخرى . نجد أن النواتج التى نحصل عليها من البلمرة تتأثر بشكل كبير بكل من : –

١ – ظروف التفاعل .

٢ – طبيعة الكحول المتحد مع الأحماض الدهنية والمكون للاستر .

سهولة التفاعل :

١ – يزداد معدل بلمرة الدهون بزيادة عدم التشبع .

٢ – تتبلمر استرات الحمض الدهنى للكحولات المحتوية على أكثر من ثلاثة مجموعات ايدروكسيلية مثل استرات pentaerythritol بسهولة أكثر من الجلسريدات الثلاثية .

٣ – تتحد بسهولة جزيئات الجلسريدات الثلاثية أحدها بالآخر وخاصة تحت ظروف الأكسدة لتكوين بوليمرات ثلاثية الابعاد three-dimensional صلبة الانصهار أو جيلاتينية gel مثل التى توجد فى البويات وطبقات الورنيش الرقيقة .

٤ – الجلسريدات الثلاثية تتبلمر بسهولة أكثر من الزيوت الطبيعية .

٥ – استرات الكحولات ثنائية الايدروكسيل لا تكون فى العادة جيلاتين ولكن تكون سوائل لزجة .

٦ – استرات الكحولات احادية الايدروكسيل أو الأحماض الدهنية الحرة لا يسهل تحويلها الى بلمر لمرورها بمرحلة ثنائية الجزىء dimeric stage .

٧ – تتبلمر الزيوت المحتوية على أحماض دهنية تبادلية conjugated مثل زيت التانج tung وزيت أوتيسسا oiticica بسرعة أكبر من الزيوت المحتوية على أحماض دهنية غير تبادلية فعلى سبيل المثال : نجد أنه عند درجة حرارة ٣٠٠°م يتبلمر زيت التانج وزيت الكتان مكونان بوليمرات متصالبة الوصلات cross-linked polymers فى خلال ١٢ دقيقة و١٢ ساعة بالترتيب .

العوامل المساعدة :

أ – العوامل المساعدة مثل فلوريد البورون وفلوريد الهيدروجين والأنواع الحمضية الأخرى : تقوم ببلمرة الاحماض الدهنية الغير مشبعة أو الاسترات الى بوليمرات ثنائية الجزىء أو ثلاثية الجزىء dimers or Trimers ومن المحتمل الى بوليمرات أعلى من ذلك .

ب – العوامل المساعدة الأيونية : تعطى منتجات مختلفة عن تلك التى نحصل عليها من البلمرة الحرارية التى يشملها تفاعلات ديلز – الدر Diels-Alder reactions ولم تكن كثيرة الاستخدام من الناحية التجارية نظراً لأن بوليمراتها تكون قاتمة اللون ، ولكنها حسنت بشكل كبير فى هذه الأعوام .

تفاعل الأحماض عديدة عدم التشبع في الزيوت الجافة مع جزيئات أحادية monomers مختلفة : –

مثل : –

– البوتاداين	Butadiene
– ستيرين	styrene

- مركبات الفنيل الأخرى — other vinyl compounds
- سيكلوبنتادااين — cyclopentadiene
- الراتنجات الفينولية — phenolic resines
- ماليك انهدريد — maleic anhydride

وقد وجد أن : -

١ - تدخل الدهون والأحماض الدهنية فى البوليمرات بواسطة تفاعل انتقال السلسلة .

٢ - نظام ١ ، ٤ داين 1,4 - diene الموجود فى أغلب الدهون العادية يؤخر البلمرة.

٣ - الزيوت أو الأحماض الدهنية التبادلية conjugated تتبلمر متشاركة copoly-merize مع جزيئات احادية معينة monomers من الفنيل مثل سترين ، لذلك لا يحدث (أو يحدث قليلا) .

٤ - لا يحدث (أو يحدث قليلا) بلمرة مشتركة copolymerization بين الزيوت الجافة الغير معدلة والجزيئات الاحادية monomers بسبب تدمير الشق الحر free radicals بواسطة أنظمة ١ ، ٤ داين لأحماض اللينوليك واللينولينيك .

٥ - تظهر الزيوت المؤكسدة ميل أكبر للبلمرة المشتركة بسبب : -

أ - انخفاض محتواها من اللينوليات واللينولينات (أنظمة ١ ، ٤ داين) .

ب - لها بعض الروابط المزدوجة التبادلية .

٦ - تتبلمر اشتراكيا الزيوت المجسدة bodied oils بسهولة أكثر بسبب : -

أ - انخفاض محتواها من حمض اللينوليك واللينولينيك .

ب - احتوائها على أنظمة داين تبادلية .

٧ - يتم اجراء البلمرة تجاريا لتجسيم bodying الزيوت لأغراض صناعة البويات والورنيشات ولتصنيع اللينوليم linoleum ومنتجات الزيوت الجافة الأخرى .

التماثل : - isomerization

الاحماض الدهنية الغير مشبعة لها أنواع من التماثل منها : -

أ - التماثل الهندسى .

ب - التماثل الموضعى ، ويكون على : -

١ - صورة سس cis ومن أمثلتها الاكثر أهمية .

أحماض الأوليك واللينوليك واللينولينيك .

٢ - صورة ترانس Trans والتى تختلف عن صورة سس من حيث : -

- تنصهر عند درجة حرارة أعلى من مثيله متماثل سس .
- أقل ذوبانا
- تتفاعل ببطء أكثر .
- لها أنماط مختلفة لانحراف أشعة أكس ولأطياف الأشعة فوق الحمراء .

وسائل تحويل المتماثل الايسوميري سس الي المتماثل الايسوميري ترانس :-

١ - الحوافز المساعدة : -

عند استخدام بعض الحوافز المساعدة يمكن تحويل الصورة سس الى الصورة ترانس بسهولة ومن أمثلة هذه المواد : الكبريت والسيلنيوم واليود وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وحوافز نيكل الهدرجة .

وأكثرها ملاءمة هو السيلنيوم وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وربما لا تسبب (أو تسبب قليلا) انتقال الرابطة المزدوجة . ويحدث حافز نيكل الهدرجة ازاحة هامة للرابطة

الثانية .

٢ - المواد القلوية : -

عند تسخين الجلسريدات الثلاثية وفى وجود كميات صغيرة traces من المواد القلوية فإنها تتحول من التوزيع المحدد الى التوزيع العشوائى .

وهذا النوع من التماثل الايسوميرى هام فى صناعة الدهون لأن خواص المسلى يمكن أن تتغير كثيرا بهذا الاسلوب .

٣ - عملية الهدرجة : -

يحدث تماثل ايسوميرى جزئى سس ⇐ ترانس وأيضا يحدث هجرة للروابط المزدوجة.

٤ - عملية الكبرته : -

يحدث تماثل ايسوميرى جزئى سس - ترانس كما تحدث هجرة للروابط المزدوجة .

٥ - الضوء : -

بسهولة كبيرة تتحول الأحماض التبادلية لاليواستياريك والليكانيك licanic الى صورة ترانس (ومن المحتمل أن يكون التحول كامل) .

وفى الواقع ، غالبا ما توجد بعض الصعوبات للحصول على الزيوت التى تحتوى على هذه الاحماض (مثل زيت التانج وزيت الأوتيسسا) فى حالتها السائلة أثناء عملية الاستخلاص والتخزين . ويحدث التحول عندما يتعرض الزيت للضوء الشديد ويكون التحول سريعا تحت تأثير الاشعة الفوق بنفسجية .

وفى العادة يتصلب زيت أو تيسيسا التجارى تلقائيا بعد الاستخلاص كما يحدث لزيت التانج المستخلص بالمذيب .

– وقد أمكن بسهولة تحضير المتماثلات الايسوميرية ترانس لحمض اللينوليك واللينولينيك . وقد أمكن احصاء الاشكال سس وترانس عند كل رابطة مزدوجة وأماكن هذه الروابط لهذه المركبات المعقدة .

– والتماثل الايسوميرى سس – ترانس تفاعل متوازن ويمكن الحصول على خليط التوازن باستخدام أى منهما كمادة بداية التفاعل .

– وفى نظام أوليك – ياديك يحتوى خليط الاتزان على الأقل على الثلثين من صورة ترانس .

تفاعلات مجموعات الايدروكسيل (OH) : –

توجد هذه المجموعة طبيعيا فى حمض الريسينوليك السائد فى الخروع .

كما يمكن ادخال مجموعة الايدروكسيل فى سلاسل الاحماض الدهنية بطرق مختلفة وجميعها تحدث عند الرابطة المزدوجة كما يلى : –

$$-CH=CH- \longrightarrow -\underset{\diagdown\,O\,\diagup}{CH - - - - - CH} \xrightarrow{Hydrogenation} -\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2- \qquad (4)$$

$$-CH=CH- + HCO_2H \xrightarrow{Heat} -\underset{\underset{\underset{\underset{\underset{H}{|}}{C=O}}{|}}{O}}{\underset{|}{CH}}-CH_2 \xrightarrow{Hydrolysis} -\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2- \qquad (5)$$

$$-CH=CH- + H_2SO_4 \rightarrow -\underset{\underset{\underset{SO_2H}{|}}{O}}{\underset{|}{CH}}-CH_2- \xrightarrow{Hydrolysis} -\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2 \qquad (6)$$

تفاعلات مجموعة الايدروكسيل : -

١ - أهم تفاعل صناعى يتعلق بهذه المجموعة هو ازالة الماء dehydration من زيت الخروع لانتاج زيت جاف يحتوى على كميات أساسية من الاحماض التبادلية .

٢ - تتفاعل بسهولة مجموعات الايدروكسيل الموجودة فى الدهون ومشتقاتها مع كلوريد الاستيل أو حمض الخليك فى وجود مادة البريدين pyridine وهذا التفاعل هو الأساس لطرق التحاليل المختلفة المتبعة لتقدير مجموعات الايدروكسيل .

ويعرف رقم الاستيل acytel number بأنه " عدد ملليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لمعادلة حمض الخليك الناتج من تحلل جرام واحد من الدهن المؤستل acetylated fat .

ويعرف رقم الايدروكسيل hydroxyl number بأنه " عدد ملليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم المكافئة لمجموعة ايدروكسيل الموجودة فى جرام واحد من الدهن "

ولا تفرق طرق تقدير الايدروكسيل بين مجموعات الايدروكسيل سواء الموجودة فى سلاسل الأحماض الدهنية أو فى الجلسريدات الاحادية والثنائية ، إذ أن الدهون التى تحلل جزئيا تظهر رقم استيل هام بالرغم من عدم احتوائها على أحماض ايدروكسيلية .

٣ - ومثل المركبات العضوية الاخرى المحتوية على مجموعات ايدروكسيلية الملاصقة لسلسلة الكربون ، فإن الفا - الجلسريدات الأحادية تتأكسد برابع اسيتات الرصاص أو حمض بيرأيوديك مع تشقق السلسلة بين مجموعتان ايدروكسيل .

تحضير مشتقات متنوعة من الاحماض الدهنية : -

١ - تحضير الكيتونات والألدهيدات والهيدروكربونات من الأحماض الدهنية.

أ - تحضير الكيتونات : -

عند تسخين الاحماض الدهنية المشبعة (أو الغير مشبعة) مع أكسيد المعدن أو مع الحديد كان الناتج ممتازا .

عند تحويل الأحماض الدهنية المشبعة الى صابون كالسيوم أو صابون الباريوم أو صابون الماغنسيوم ثم تسخين الصابون الى درجات حرارة عالية تحت ضغط منخفض ينتج كيتونات دهنية ولكن يكون فى العادة غير كثير .

$$\begin{matrix} CH_3(CH_2)_{16}COO \\ CH_3(CH_2)_{16}COO \end{matrix} \Big\rangle Ca \longrightarrow \begin{matrix} CH_3(CH_2)_{16} \\ CH_3(CH_2)_{16} \end{matrix} \Big\rangle CO + CaCO_3$$

Calcium stearate — Stearone — Calcium carbonate

ب - تحضير الألدهيدات : -

عند تسخين الصابون مع الفورمات المماثلة

$$\begin{matrix} CH_3(CH_2)_{16}COO \\ CH_3(CH_2)_{16}COO \end{matrix} \Big\rangle Ca + \begin{matrix} HCOO \\ HCOO \end{matrix} \Big\rangle CO \longrightarrow$$

$$2CH_3(CH_2)_{16}CHO + 2CaCO_3$$

عند اجـراء التـقطيـر الهـدمى destructive distillation لصـابون حـمض الريـسـينوليك أو زيت الخروع ينتج هبتا - الدهيد وحمض أنديكينويك undecenoic .

جـ - تحضير الهيدروكربونات :

عند تسخين الصابون مع الأيدروكسيد المماثل ينتج الهيدروكربون .

$$\begin{matrix} CH_3(CH_2)_{16}COO \\ CH_3(CH_2)_{16}COO \end{matrix} \Big\rangle Ca + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CH_3(CH_2)_{16}CHO + 2CaCO_3$$

ويلاقى صابون الأحماض الدهنية الغير مشبعة تفاعلات مماثلة ، ولكن بإنتاج أقل من المنتجات المرغوبة بسبب حدوث تفاعلات جانبية .

٢ - الانحلال الحراري لانتاج وقود السيارات : -

فى البلاد التى تفتقر الى التزود بالبترول ، وبصفة خاصة الصين واليابان اجريت تجارب هامة لانتاج وقود الموتورات منها : -

أ - التحلل الحرارى للزيوت الدهنية مثل زيت التانج وزيوت الاسماك .

ب - التحلل الحرارى للصابون .

جـ - تكسير cracking مباشر للزيت .

٣ - تصنيع حمض سيباسيك sebacic acid : -

وينتج هذا الحمض تجاريا عن طريق تشقق cleavage زيت الخروع (حمض ريسينوليك) عند درجات حرارة عالية ٢٧٥°م مع محلول مركز من ايدروكسيد الصوديوم .

$$CH_3(CH_2)_6CHOHCH : CH(CH_2)_7COOH + 2H_2O \xrightarrow[275^{\circ}C]{NaOH}$$

Ricinoleic acid

$$HOOC(CH_2)_6COOH + CH_3(CH_2)_6CHOHCH_3$$

Sebacic acid 2-Octanol

الجــزء الثــــاني

وحدات القياس

الأطوال :

الوحدة	الرمز	بالأمتار
كيلومتر	km	١٠٠٠
هتكومتر	hm	١٠٠
ديكامتر	dkm	١٠
متر	m	١
ديسيمتر	dm	٠,١
سنتيمتر	cm	٠,٠١
ملليمتر	mm	٠,٠٠١
ميكرون	u	٠,٠٠٠٠٠١
ملليميكرون	mu	١×١٠^{-٩}
انجستروم	A	١×١٠^{-١٠}

الأوزان :

الوحدة	الرمز	بالجرامات
	kg	
كيلوجرام	hg	١٠٠٠
هتكوجرام	dkg	١٠٠
ديكاجرام	g	١٠
جرام	dg	١
ديسيجرام	cg	,١
سنتيجرام	mg	٠,٠١
ملليجرام	mcg	٠,٠٠١
ميكروجرام		,٠٠٠٠٠١

الحجوم :

الوحدة	الرمز	باللترات
كيلولتر	kl	١٠٠٠
هتكولتر	hl	١٠٠
ديكالتر	dkl	١٠
لتر	l	١
ديسيلتر	dl	,١
سنتيليتر	cl	٠,١
ملليلتر	ml	٠,٠٠١
ميكرولتر	µl	٠,٠٠٠٠٠١

تحويل درجات الحرارة

١ - من درجة الحرارة المئوية إلي الفهرنهيتية

= (م° × $\frac{٩}{٥}$) + ٣٢ = ف°

٢ - من الفهرنهيتية إلي درجة الحرارة المئوية

= (ف° - ٣٢) × $\frac{٥}{٩}$ = م°

كثافة الزيوت والدهون

يجب أن يكون الزيت خالي من الرطوبة ومن الشوائب .

وتقع كثافة كل نوع من الزيوت داخل مدي ضيق إذا قدرت عند درجة حرارة قياسية. وبمعرفة قيمة الكثافة يمكن تقدير ما يلي : -

أ - درجة نقاء الزيت أو الدهن .

ب - حساب وزن الزيت في الأوعية المعروفة الحجم.

وتتغير قيمة الكثافة بتغير العوامل الآتية : -

أ - قدم الزيت أو الدهن .

ب - التزنخ

كما تتناسب قيمة الكثافة مع : -

١ - تتناسب قيمة الكثافة طرديا مع كمية الأحماض الدهنية غير المشبعة والأيدروكسيلية.

٢ - تتناسب قيمة الكثافة عكسيا مع الوزن الجزئي للأحماض الدهنية .

٣ - تتناسب قيمة الكثافة عكسيا مع درجة الحرارة.

والجدول التالي يبين مقدار التغيير في الكثافة (معامل التغير) عند رفع أو خفض درجة حرارة الزيت أو ادهن درجة واحدة مئوية .

مسلسل	المادة الدهنية	معامل التغيـــر	مسلسل	المادة الدهنية	معامل التغيـــر
١	زبدة	,٠٠٠٦٦٤	٩	زيت الخنزير	,٠٠٠٧٠٣
٢	زيت الفول السوداني	,٠٠٠٦٧٥	١٠	الشحم الحيواني	,٠٠٠٧٢٧
٣	زيت القرطم	,٠٠٠٦٧٥	١١	زيت النخيل	,٠٠٠٧٢٧
٤	زيت بذرة القطن	,٠٠٠٦٧٧	١٢	زيت الزيتون	,٠٠٠٧٢٩
٥	زيت جوز هلند	,٠٠٠٦٨٦	١٣	زيت حب الخشخاش	,٠٠٠٧٤٤
٦	زيت السمسم	,٠٠٠٦٨٧	١٤	زيت عباد الشمس	,٠٠٠٧٤٦
٧	زيت الخروع	,٠٠٠٦٩٠	١٥	زبدة كاكاو	,٠٠٠٧٧٢
٨	زيت الكتان	,٠٠٠٦٩٠	١٦	شمع النحل	,٠٠٠٨٥٨

ولتعديل قيمة الكثافة المقاسة عند درجة حرارة ما إلي قيمتها عند درجة حرارة معيارية ثابتة تستخدم المعادلة التالية : -

الكثافة المطلوبة = الكثافة المعلومة ∓ (معامل التغير في الكثافة × فرق درجات الحرارة)

الكثافة النوعية

Specific gravity

هي النسبة بين الوزن في الهواء لحجم معين من الزيت عند درجة حرارة معينة إلي وزن نفس الحجم من الماء عند درجة حرارة ١٥,٥ °م.

وكقاعدة عامة تقاس الكثافة النوعية للزيوت السائلة عند درجة حرارة ١٥,٥ °م - أما الدهون الصلبة فمن الأنسب أن تقاس عند درجة غليان الماء .

كثافة السوائل الأخف من الماء

التحويل من درجات البومية إلي الكثافة والعكس للسوائل عند درجة حرارة ١٥,٥٦ °م.

١ – $\text{الكثافة} = \frac{١٤٠}{١٣٠ + \text{درجات البومي}}$

٢ – $\text{درجات البومي} = \frac{١٤٠}{\text{الكثافة}} - ١٣٠$

درجات البومي	الكثافة	درجات البومي	الكثافة	درجات البومي	الكثافة	درجات البومي	الكثافة
١٠	١,-	٣٠	-,٨٧٥٠	٥٠	-,٧٧٧٨	٧٠	-,٧٠٠٠
١١	-,٩٩٢٩	٣١	-,٨٦٩٦	٥١	-,٧٧٣٥	٧١	-,٦٩٦٥
١٢	-,٩٨٥٩	٣٢	-,٨٦٤٢	٥٢	-,٧٦٩٢	٧٢	-,٦٩٣١
١٣	-,٩٧٩٠	٣٣	-,٨٥٨٩	٥٣	-,٧٦٥٠	٧٣	-,٦٨٩٧
١٤	-,٩٧٢٢	٣٤	-,٨٥٣٧	٥٤	-,٧٦٠٩	٧٤	-,٦٨٦٣
١٥	-,٩٦٥٥	٣٥	-,٨٤٨٥	٥٥	-,٧٥٦٨	٧٥	-,٦٨٢٩
١٦	-,٩٥٨٩	٣٦	-,٨٤٣٤	٥٦	-,٧٥٢٧	٧٦	-,٦٧٩٦
١٧	-,٩٥٢٤	٣٧	-,٨٣٨٣	٥٧	-,٧٤٨٧	٧٧	-,٦٧٦٣
١٨	-,٩٤٥٩	٣٨	-,٨٣٣٣	٥٨	-,٧٤٤٧	٧٨	-,٦٧٣١
١٩	-,٩٣٩٦	٣٩	-,٨٢٨٤	٥٩	-,٧٤٠٧	٧٩	-,٦٦٩٩
٢٠	-,٩٣٣٣	٤٠	-,٨٢٣٥	٦٠	-,٧٣٦٨	٨٠	-,٦٦٦٧
٢١	-,٩٢٧٢	٤١	-,٨١٨٧	٦١	-,٧٣٣٠	٨١	-,٦٦٣٥
٢٢	-,٩٢١١	٤٢	-,٨١٤٠	٦٢	-,٧٢٩٢		
٢٣	-,٩١٥٠	٤٣	-,٨٠٩٢	٦٣	-,٧٢٥٤		
٢٤	-,٩٠٩١	٤٤	-,٨٠٤٦	٦٤	-,٧٢١٦		
٢٥	-,٩٠٣٢	٤٥	-,٨٠٠٠	٦٥	-,٧١٧٩		
٢٦	-,٨٩٧٤	٤٦	-,٧٩٥٥	٦٦	-,٧١٤٣		
٢٧	-,٨٩١٧	٤٧	-,٧٩١٠	٦٧	-,٧١٠٧		
٢٨	-,٨٨٦١	٤٨	-,٧٨٦٥	٦٨	-,٧٠٧١		
٢٩	-,٨٨٠٥	٤٩	-,٧٨٢١	٦٩	-,٧٠٣٥		

كثافة السوائل الأثقل من الماء

التحويل من درجات البومية إلي الكثافة والعكس للسوائل عند درجة حرارة ١٥,٥٦ °م.

١ - الكثـــافـــة = ١٤٥ / (١٤٥ - درجات البومي)

٢ - درجات البومي = ١٤٥ - ١٤٥ / الكثافة

درجات البومي	الكثافة	درجات البومي	الكثافة	درجات البومي	الكثافة	درجات البومي	الكثافة
صفر	١,-	٢٠	١,١٦٠٠	٤٠	١,٣٨١٠	٦٠	١,٧٠٥٩
١	١,٠٠٦٩	٢١	١,١٦٩٤	٤١	١,٣٩٤٢	٦١	١,٧٢٦٢
٢	١,٠١٤٠	٢٢	١,١٧٨٩	٤٢	١,٤٠٧٨	٦٢	١,٧٤٧٠
٣	١,٠٢١١	٢٣	١,١٨٨٥	٤٣	١,٤٢١٦	٦٣	١,٧٦٨٣
٤	١,٠٢٨٤	٢٤	١,١٩٨٣	٤٤	١,٤٣٥٦	٦٤	١,٧٩٠١
٥	١,٠٣٥٧	٢٥	١,٢٠٨٣	٤٥	١,٤٥٠٠	٦٥	١,٨١٢٥
٦	١,٠٤٣٢	٢٦	١,٢١٨٥	٤٦	١,٤٦٤٦	٦٦	١,٨٣٥٤
٧	١,٠٥٠٧	٢٧	١,٢٢٨٨	٤٧	١,٤٧٩٦	٦٧	١,٨٥٩٠
٨	١,٠٥٨٤	٢٨	١,٢٣٩٣	٤٨	١,٤٩٤٨	٦٨	١,٨٨٣١
٩	١,٠٦٦٢	٢٩	١,٢٥٠٠	٤٩	١,٥١٠٤	٦٩	١,٩٠٧٩
١٠	١,٠٧٤١	٣٠	١,٢٦٠٩	٥٠	١,٥٢٦٣	٧٠	١,٩٣٣٣
١١	١,٠٨٢١	٣١	١,٢٧١٩	٥١	١,٥٤٢٦	٧١	١,٩٥٩٥
١٢	١,٠٩٠٢	٣٢	١,٢٨٣٢	٥٢	١,٥٥٩١		
١٣	١,٠٩٨٥	٣٣	١,٢٩٤٦	٥٣	١,٥٧٦١		
١٤	١,١٠٦٩	٣٤	١,٣٠٦٣	٥٤	١,٥٩٣٤		
١٥	١,١١٥٤	٣٥	١,٣١٨٢	٥٥	١,٦١١١		
١٦	١,١٢٤٠	٣٦	١,٣٣٠٣	٥٦	١,٦٢٩٢		
١٧	١,١٣٢٨	٣٧	١,٣٤٢٦	٥٧	١,٦٤٧٧		
١٨	١,١٤١٧	٣٨	١,٣٥٥١	٥٨	١,٦٦٦٧		
١٩	١,١٥٠٨	٣٩	١,٣٦٧٩	٥٩	١,٦٨٦٠		

معامل الإنكسار
Refractive index

يقاس معامل الانكسار عند درجة حرارة معيارية ثابتة هي :

٢٥ ° للزيوت

٤٠° للدهون

والجهاز المستخدم يسمي ريفراكتومتر - بيوتيرو Butyro - refractometer

ويتناسب تدريجه مع معامل انكسار الزيت والدهن.

العوامل التي تؤثر علي معامل الانكسار :

١ - التخزين الطويل .

٢ - توجد علاقة ثابتة بين معامل الانكسار والرقم اليودي .

٣ - يتناسب معامل الانكسار طرديا مع زيادة كمية الاحماض الدهنية الغير مشبعة .

٤ - يتناسب معامل الانكسار عكسيا مع درجة الحرارة - وكلما انخفضت درجة الحرارة درجة واحدة مئوية زادت قيمة معامل الانكسار بمقدار ٠,٠٠٠٣٦٥

ولتصحيح معامل الانكسار عند درجات الحرارة المختلفة تستخدم المعادلة التالية

معامل الانكسار المطلوب = معامل الانكسار المعلوم ∓ معامل التغير في الانكسار × فرق درجات الحرارة

والجدول التالى يبين العلاقة بين قراءة جهاز ريفراكتومتر ومعاملات الانكسار

القراءة	معامل الانكسار	القراءة	معامل الانكسار
٤٠	١,٤٥٢٤	٥٣	١,٤٦١٣
٤٠,٥	١,٤٥٢٧	٥٣,٥	١,٤٦١٦
٤١	١,٤٥٣١	٥٤	١,٤٦١٩
٤١,٥	١,٤٥٣٤	٥٤,٥	١,٤٦٢٣
٤٢	١,٤٥٣٨	٥٥	١,٤٦٢٦
٤٢,٥	١,٤٥٤١	٥٥,٥	١,٤٦٢٩
٤٣	١,٤٥٤٥	٥٦	١,٤٦٣٣
٤٣,٥	١,٤٥٤٨	٥٦,٥	١,٤٦٣٦
٤٤	١,٤٥٥٢	٥٧	١,٤٦٣٩
٤٤,٥	١,٤٥٥٥	٥٧,٥	١,٤٦٤٢
٤٥	١,٤٥٥٨	٥٨	١,٤٦٤٦
٤٥,٥	١,٤٥٦٢	٥٨,٥	١,٤٦٤٩
٤٦	١,٤٥٦٥	٥٩	١,٤٦٥٢
٤٦,٥	١,٤٥٦٩	٥٩,٥	١,٤٦٥٦
٤٧	١,٤٥٧٢	٦٠	١,٤٦٥٩
٤٧,٥	١,٤٥٧٦	٦٠,٥	١,٤٦٦٢
٤٨	١,٤٥٧٩	٦١	١,٤٦٦٥
٤٨,٥	١,٤٥٨٣	٦١,٥	١,٤٦٦٨
٤٩	١,٤٥٨٦	٦٢	١,٤٦٧٢
٤٩,٥	١,٤٥٩٠	٦٢,٥	١,٤٦٧٥
٥٠	١,٤٥٩٣	٦٣	١,٤٦٧٨
٥٠,٥	١,٤٥٩٦	٦٣,٥	١,٤٦٨١
٥١	١,٤٦٠٠	٦٤	١,٤٦٨٥
٥١,٥	١,٤٦٠٣	٦٤,٥	١,٤٦٨٨
٥٢	١,٤٦٠٧	٦٥	١,٤٦٩١
٥٢,٥	١,٤٦١٠	٦٥,٥	١,٤٦٩٤

الباب الأول
تشغيل الزيت الخام

فكرة عامة : -

تستخرج الزيوت والدهون الغذائية من بذور زيتية ومصادر حيوانية - وفي العادة يحصل علي الدهون والزيوت النباتية بواسطة أحدي الطرق الآتية :

١ - طريقة العصر : تعصر الزيوت من البذور النباتية أما علي البارد أو بالتسخين .

٢ - طريقة الاستخلاص : تستخلص الزيوت بمذيب الهكسان Hexane وهو منتج بترولي خفيف ثم يفصل الهكسان عن الزيت ويستعاد ليستخدم مرة أخري ، وبسبب تطايرة المرتفع فإنه لا يتبقي في الزيت النهائي بعد التشغيل .

٣ - طريقة الاستخلاص بالمذيب المسبقة بعملية العصر . Pre-press solvent extraction methods ويحصل علي الدهون الحيوانية من الأنسجة الحيوانية بطريقة السلي rendering لفصلها عن البروتين والمواد الأخري الموجودة طبيعيا . ويحدث السلي بواسطة :

١ - التسخين الجاف . dry heat

٢ - البخار . Steam

وتسمي الدهون والزيوت التي نحصل عليها مباشرة من عصر أو استخلاص البذور النباتية أو من السلي بالزيوت أو الدهون الخام والتي تحتوي علي كميات صغيرة نسبياً ومتنوعة من المواد الغير جلسريدية الموجودة طبيعياً والتى تصل نسبتها بالزيوت والدهون الخام الى حوالى ٥ ٪ ، بينما تصل نسبتها في الزيوت والدهون الجيدة التكرير إلي أقل من ٢ ٪ وتزال الكمية الكبيرة منها في مراحل التشغيل المختلفة . فعلي سبيل المثال يحتوي الزيت الخام علي كميات صغيرة من المواد التالية :

١ - الجلسريدات الاحادية والثنائية .

٢ - الأحماض الدهنية الحرة .

٣ - الفوسفاتيدات .

٤ - البروتينات .

٥ - الاستيرولات.

٦ - كحولات دهنية (الشمع)

٧ - هيدروكربونات .

٨ - كاروتينات (مادة ملونة)

٩ - كلوروفيل (مادة ملونة)

١٠ - توكوفيرولات .

١١ - مواد تسهم في الطعم والرائحة مثل الالدهيدات والكيتونات والبيروكسيدات .

١٢ - الكالسيوم والماغنسيوم (إذا زادت نسبتهما في الزيت الخام عن ١٠٠ جزء في المليون فإنه يسبب مشاكل حتي لو كانت مرحلة التكرير بالقلوي جيدة ويجب ألا يزيد مدي الكالسيوم والماغنسيوم في زيت فول الصويا الخام عن ٨٠ - ١٠٠ جزء في المليون).

وتحتوي دهون اللحوم علي كميات صغيرة من : -

١ - الأحماض الدهنية الحرة .

٢ - البروتينات .

٣ - الماء

وقد يطرأ علي الزيت المخزن داخل الصهاريج بعض التغيرات بعدة طرق منها: -

١ - التلوث بواسطة :

أ - الزيوت الأخري .

ب - الأتربة والماء .

٢ - ارتفاع اللون مع / أو تثبيته fixation

٣ - التغير الكيميائي بواسطة :

أ - ارتفاع الاحماض الدهنية الحرة .

ب - الأكسدة .

ويمكن خفض التلوث إلي أدني حد باستخدام خزان (صهريج) واحد كبير أو خزانات بدلا من الخزانات المتعددة الصغيرة .

ويمكن التحكم جزئياً في اللون والتغير الكيمايئ باستخدام أنابيب علي شكل حرف u مقلوبه لتكسير التفريغ الذي يحدث للزيت بالشفط siphon عند قمة الخزان وهذه الانظمة تقلل من احتمال انتقال الزيت من الخزان الممتلئ إلي الخزان ذو المستوي الأقل من الزيت .

كما أن الخزان من القاع يقلل تعرض الزيت للهواء عند دخوله إلي الخزان وبذلك يقل احتمال الأكسدة .

ويرجع ثبات اللون أساسا إلي تخزين الزيت الخام عند درجات حرارة مرتفعة ولذلك يجب تبريد الزيت بأسرع ما يمكن وهذا يساعد علي : -

أ - الحافظ علي بقاء الأحماض الدهنية الحرة عند أدني مستوي .

ب - سهولة إزالة اللون أثناء عملية التكرير .

جـ - خفض أكسدة الزيت .

والهدف من تشغيل الزيت الخام هو أزالة هذه المواد بواسطة خطوات التشغيل المتتالية والتي تقوم كل مرحلة مها بأزالة بعض هذه المواد الغير جيدة والغير مرغوب في وجودها بالزيت للوصول إلي مستوي الجودة المطلوبة للاستهلاك .

وعلي كل حال فإنه من الواجب أن نذكر أنه ليست كل المواد الغير جلسريدية غير مرغوب فيها، فعلي سبيل المثال نجد أن التوكوفيرولات Tocopherols تؤدي وظيفة هامة في حماية الزيوت من الأكسدة وتزوده بفيتامين E واجراء التشغيل يجب أن يتم بحيث يحافظ علي بقاء هذه المواد .

وفي هذا الباب سوف نتناول نوعان من الزيت هما : -

١ - زيت عباد الشمس Sunflower oil

٢ - زيت فول الصويا Soyabeen oil

ومراحل التشغيل المختلفة التي تجري علي الزيوت أو الدهون الخام هي :

١ - مرحلة نزع الصموغ

أ - باستخدام الماء

ب - باستخدام حمض الفوسفوريك

٢ - مرحلة التكرير بالقلوي

٣ - مرحلة التبييض

٤ - مرحلة نزع الرائحة

وفيما يلي شرح تفصيلي لجميع هذه المراحل

نزع الصموغ
Degumming

الغرض من نزع الصموغ :

هي عملية اختياريه تستخدم لإزالة المواد الذائبة في الزيت في صورتها الغير مائية فقط ويمكن ترسيبها وأزالتها من الزيت إذا أصبحت مائية واجراء هذه العملية يعمل علي :

أ) يجعل الزيت أكثر سهولة عند تكريره .

ب) يقلل فاقد التكرير .

جـ يحسن نوعية الزيت .

ومن المواد التى تزال أثناء اجراء هذه العملية ما يلى :

١ – الليسيثين lecithin

وهو أحد مركبات الفوسفاتيدات وتستخدم طريقة نزع الصموغ بصورة كبيرة لإزالة نسبة عالية من الليسيثين من زيت فول الصويا الخام إلا أن هذه الطريقة غير اقتصادية في نزع الصموغ من زيت عباد الشمس لانخفاض نسبة الليسيثين به – وعلي كل حال فإن نزع الصموغ بالماء يزيل في العادة حوالي ٩٠ ٪ من الفوسفوليبيدات أما التكرير بالقلوي فإنه يزيل بعض الفوسفاتيدات الغير قابلة للتميؤ التي لا تتفاعل مع الماء .

٢ – المواد الصمغية Gummy or mucilaginous substances

نظرا لأن الفوسفاتيدات والمواد الصمغية يعتبران عوامل استحلاب فإنه من الواجب تنقية الزيت الخام منها قبل اجراء عملية التكرير سواء بطريقة التكرير الطبيعية physical refining مثل التكرير بالبخار أو بطريقة التكرير بالصودا الكاوية لأن وجود كميات كبيرة منها يؤدي إلي زيادة الفاقد في الزيت المتعادل والمفقود في السوب استوك soap stock

٣ – البروتين ومشتقات البروتين .

٤ – بعض المواد الغريبة :

إلا أن الكمية التي تزال منها تكون في العادة قليلة جدا عن الكمية التي يمكن إزالتها بسهولة أثناء التكرير بالقلوي .

٥ – معقدات المعادن Metal Complexes

وتجرى عملية نزع الصموغ فى إحدى الحالات الآتية :

١ – انتاج ليسيثين فول الصويا .

٢ – انتاج زيت صويا خام منزوع الصموغ :

أ – للتخزين طويل المدي .

ب – لسهولة الشحن والتداول .

ويجب أن تكون نسبة المواد الفوسفورية حوالي ٢٠٠ جزء في المليون .

٣ – لإعداد زيت فول صويا يصلح لاجراء عملية التكرير الطبيعي عليه ، وفي هذه الحالة لا يكفي نزع الصموغ بالماء بل يجبَ نزع الصموغ بالحمض أيضا .

تجري طرق تحليل الفوسفور المتبقي في الزيت المكرر بالاختبارات الآتية :

أ – اختبار تكسير الحمض بالحرارة Acid heat break test

ب – اختبار المواد الغير ذائبة في الاسيتون Aceton insolubles

جـ – اختبار التعكير Nephelometric (turbidity) test

وهذه الاختبارات الثلاثة ليست حساسة بالقدر الكافي عند تحديد مستويات الفوسفور

الأقل من ١ جزء في المليون - أما الاختبار السريع والدقيق المستخدم لتقدير المستويات المنخفضة من الفوسفور والكالسيوم والماغنسيوم تجري باستخدام إحدي الطريقتان الآتيتان :

١ - جهاز الامتصاص الذري . Atomic absorption instrument

٢ - جهاز أي - سي - بي I C P instrument

ملاحظات :

١ - تصبح الصموغ تامة الذوبان في الزيت الخام إذا كانت نسبة الرطوبة والمواد المتطايرة من ١ , ٠ إلي ١٣ , ٠ ٪ ، وإذا انخفضت نسبة الرطوبة والمواد المتطايرة إلي ٠٧ , ٠٪ أو أقل فإن الصموغ تتلف بالحرارة ويصبح تكرير الزيت أكثر صعوبة .

٢ - يجب أن يبرد الزيت الخام الخارج من جهاز التجفيف تحت التفريغ لوحده الاستخلاص إلي درجة حرارة ٣٨ ° م.

٣ - يجب ألا يخزن الزيت الخام فترة طويلة لأن الرطوبة المتكثفة علي قمة وجوانب خزانات التخزين سوف تتساقط داخل الزيت الخام وتميئ الفوسفاتيدات وتجعلها غير ذائبة في الزيت الخام ولأن الفوسفاتيدات أو الصموغ أثقل من الزيت الخام فإنها ترقد إلي قاع الخزان .

٤ - يجب أن يفرغ وينظف قاع الخزان بصورة دورية حتي لا تظل الصموغ في قاع الخزان - كما أن الملئ المتتابع للزيت الخام داخل الصهريج سوف يؤدي إلي المزيد من ترسيب الصموغ وفي نهاية الأمر سوف يصبح مشكلة خطيرة.

٥ - تعتمد كمية الماء الفعلية المستخدمة في عملية نزع الصموغ علي ما يلي :

أ - نسبة الفوسفاتيدات الموجودة في الزيت الخام .

ب - نسبة الأحماض الدهنية الموجودة في الزيت الخام .

جـ – الكفاءة المطلوبة لإزالة الصموغ

د – الاستخدام النهائي للصموغ .

فعلي سبيل المثال ، إذا كانت الصموغ سوف تعد لانتاج الليسثين فإن الصانع يرغب في الحصول علي أقصي إزالة لها ويضيف كمية من الماء أكبر إلي الزيت الخام – أما إذا كان الزيت الخام المنزوع الصموغ سوف يباع أو يصدر فإنه يحتاج إلي كمية أقل من الماء.

٦ – لاحظ ماير Myers عام ١٩٢٧ أن الماء لا يميق الفوسفاتيدات تماما وأن أفضل خطوات نزع الصموغ تزيل حوالي ٩٠ ٪ فقط من الفوسفاتيدات الموجودة في زيت فول الصويا الخام .

٧ – إذا سخن الزيت المنزوع الصموغ المحتوي علي آثار من الفوسفاتيدات إلي درجة حرارة ١٥٠ °م فإن لونه يقتم بسبب تكوين جسيمات محترقة أو متفحمة Charred particals ولا يصلح نزع رائحته بالبخار .Steam refining deodorization,

٨ – في عام ١٩٥٦ أعلن هايز Hayes أنه يمكن الحصول علي زيت فول صويا خالي من الفوسفاتيدات باستخدام أحد المواد التالية : –

أ – الامونيا

ب – فوق أكسيد الأيدروجين

جـ – حمض الأكساليك

د – حمض الفوسفوريك

هـ – حمض الستريك (علي صورة محلول ٢٠ ٪ أو ٥٠ ٪).

والفرق بين حمض الفسفوريك وحمض الستريك هو أن حمض الفوسفوريك يذوب بسهولة في الزيت وينتشر بكفاءة خلاله عند استخدام القلابات الريشية البسيطة Simple

paddle mixers – أما حمض الستريك فهو أقل كثيرا في النوبان ويجب أن يقلب محلوله المائي بشدة مع الزيت باستخدام قلابات التمزق shear mixers .

وللحصول علي أقصي تماس يجب تجفيف الخليط تحت التفريغ ومن الضروري السماح للتفاعل بفترة من الزمن حتي تتحول الفوسفاتيدات إلي حالة التميؤ. ثم يضاف الماء إلي الفوسفاتيدات المتميأة ويجب أن تكون كمية الماء كافية للحصول علي :

* تميؤ كاف للفوسفاتيدات .

* غسيل الزيت من الحمض الزائد في مرحلة الفصل .

الأسيتات اللامائية :

وتستخدم تجاريا لإزالة صموغ زيت فول الصويا الخام لأن الاسيتات اللامائية تزال من الصموغ بالتبخير عندما تجفف الصموغ لانتاج الليسيثين.

والزيت الناتج بعد استخدام أي من هذه المواد يكون مناسب لمرحلة نزع الرائحة بالبخار . ولتحسين عملية الفصل يمكن إضافة مواد تعمل علي دمج البلورات المتكونة وتسمي بعوامل الدمج Floculating agents ويجب أن تكون طبيعة هذه المواد ما يلي : –

١ – خالية من الناحية السمية .

٢ – يمكن إزالتها من الزيت .

٣ – لا تؤثر علي التكلفة .

معدات نزع الصموغ بنظام الوجبات

تتكون معدات نزع الصموغ بطريقة الوجبات من : -

١ - وعاء مصنوع من فولاذ طري (حديد مطاوع) Mild steel له قاع مخروطي الشكل شديد الميل (زاوية رأس المخروط حوالي ٦٠ درجة)

٢ - ملفات بخار تكفي لتسخين كمية الزيت المراد نزع الصموغ منه إلي درجة حرارة ٧٦ - ٨٢°م خلال فترة تصل إلي ساعة واحدة .

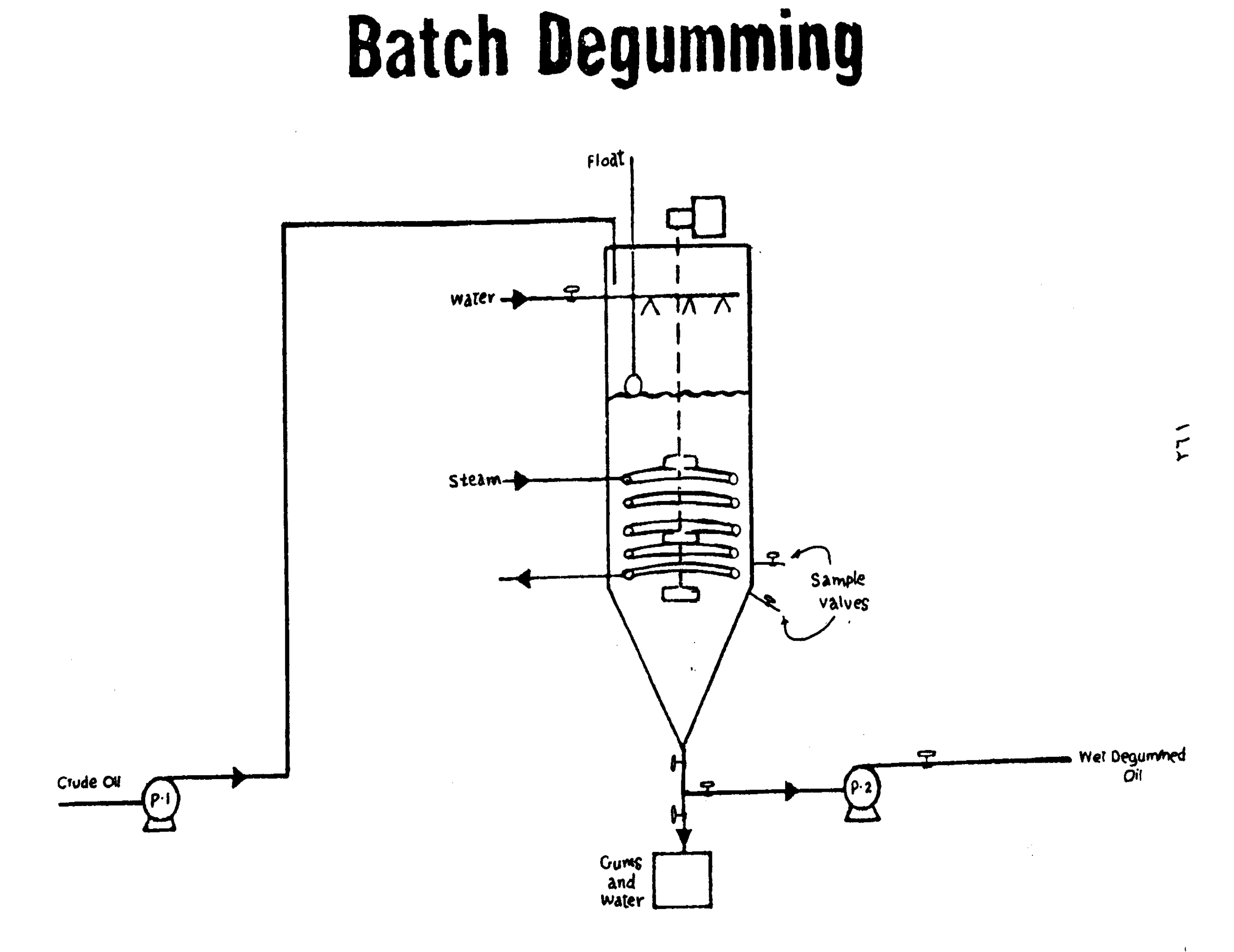
٣ - قلاب مناسب للوعاء ويدور بمعدل حوالي ٦٠ لفة في الدقيقة .

٤ - وسيلة لرش spray الماء علي أعلي سطح الزيت .

٥ - من المرغوب فيه وليس من الضروري أن يزود هذا الوعاء بنظام تفريغ الهواء Vacuum لتجفيف الزيت المنزوع الصموغ - وإذا أتيح ذلك في وعاء آخر فإنه يكفي . وإذا كان الزيت سوف يرسل إلي وحدة التكرير بالقلوي أو التكرير الطبيعي فإنه من الممكن تجاوزه لمرحلة التجفيف تحت التفريغ .

٦ - وجود طلمبات لنقل الزيت من وإلي أوعية التشغيل .

Batch Degumming



طريقة نزع الصموغ باستخدام نظام الوجبات
Batch water Degumming process

بالنسبة لزيت عباد الشمس :

١ – تضخ الكمية المطلوبة من الزيت الخام إلي الوعاء المعد لإزالة الصمغ .

٢ – يسخن الزيت مع التقليب إلي درجة حرارة ٣٢°م .

٣ – يرش علي سطح الزيت كمية من الماء الساخن الخالي من العسر dehardened water قدرها ١,٥ – ٣ ٪ من وزن الزيت – ويفضل استخدام الماء الناتج من البخار المتكثف.

٤ – يقلب الخليط تقليبا شديدا بحيث يصبح متجانسا ولمدة تكفي لتميؤ الفوسفاتيدات ولا تقل عن ١٥ دقيقة .

٥ – يسخن خليط الزيت والماء إلي درجة حرارة ٧٦ – ٨٢ °م في زمن قدره – ١, – ١,٥ ساعة .

٦ – عندما تصل درجة الحرارة إلي ٨٢°م يوقف التقليب ويترك الزيت للراحة .

٧ – عندئذ سوف يرقد الماء والمواد المتميأة فيه إلي قاع الوعاء ويجب أن تكون فترة الراحة حوالي ٣ ساعات للحصول علي أفضل فصل .

٨ – أثناء فترة الراحة يسحب الراسب الطيني Sludge من قاع الوعاء ببطء.

٩ – بعد إزالة الراسب الطيني يجفف الزيت تحت التفريغ للحصول علي نوعية جيدة .

١٠ – يضخ الزيت المنزوع الصموغ إلي خزان التخزين أو إلي وعاء التكرير بالقلوي .

ملاحظة :

١ – يمكن تحميض acidulated الراسب الطيني لإزالة الزيت والأحماض الدهنية عن

الليسيثين – وعلي كل حال فإنها تحتاج إلي كمية من حمض الكبريتيك للحصول علي فصل جيد وبالتالي فقد تكون غير اقتصادية .

وإذا كانت الوحدة تتضمن تشغيل الكسب فإنه من المفضل استخدام أو بيع هذه المادة الدهنية للكسب العالي الجودة .

٢ – إذا لم يستخدم هذا الراسب في مدة قصيرة نسبيا فإنه سوف يبدأ في الفساد ويحمض Sour بسبب وجود الماء .

بالنسبة لزيت فول الصويا :

١ – يستخدم ماء يسر soft water أو منزو ع المعادن demineralized water

٢ – يستخدم كمية من الماء حوالي ٢ ٪ .

٣ – درجة حرارة الزيت الخام عند اضافة الماء ٦٠ – ٧٠ °م

٤ – مدة الخلط من ٥, – ١ ساعة

وليس من الشائع أن يصل المشتغلون إلي مستوي فوسفور أقل من ١٠٠ جزء في المليون .

معـدات نـزع الصمـوغ المستمـرة
Continuous Degumming Equipment

تحتاج طريقة نزع الصموغ المستمرة إلى المعدات الآتية :

١ – وعاء استقبال مصنوع من الفولاذ الطري (الحديد المطاوع) مزود بقاع مخروطي ويمكن أن تكون زاوية رأس المخروط صغيرة .

٢ – وسيلة لتسخين الزيت و / أو خليط الزيت مع الماء الذي يضخ إلي الخزان – وإذا لم توجد هذه الوسيلة فيجب تزويد الخزان بملفات بخار لتسخين وحفظ خليط الزيت والماء عند درجات حرارة ٧٦ – ٨٢°م

٣ – " منظم المعدل " ratio controller لضبط كمية الماء المضاف إلي الزيت المحسوب في هذه الطريقة

٤ – منظم الحراة temperature controller لضبط كمية البخار الداخلة في ملفات التسخين للحفاظ علي درجة الحرارة المطلوبة .

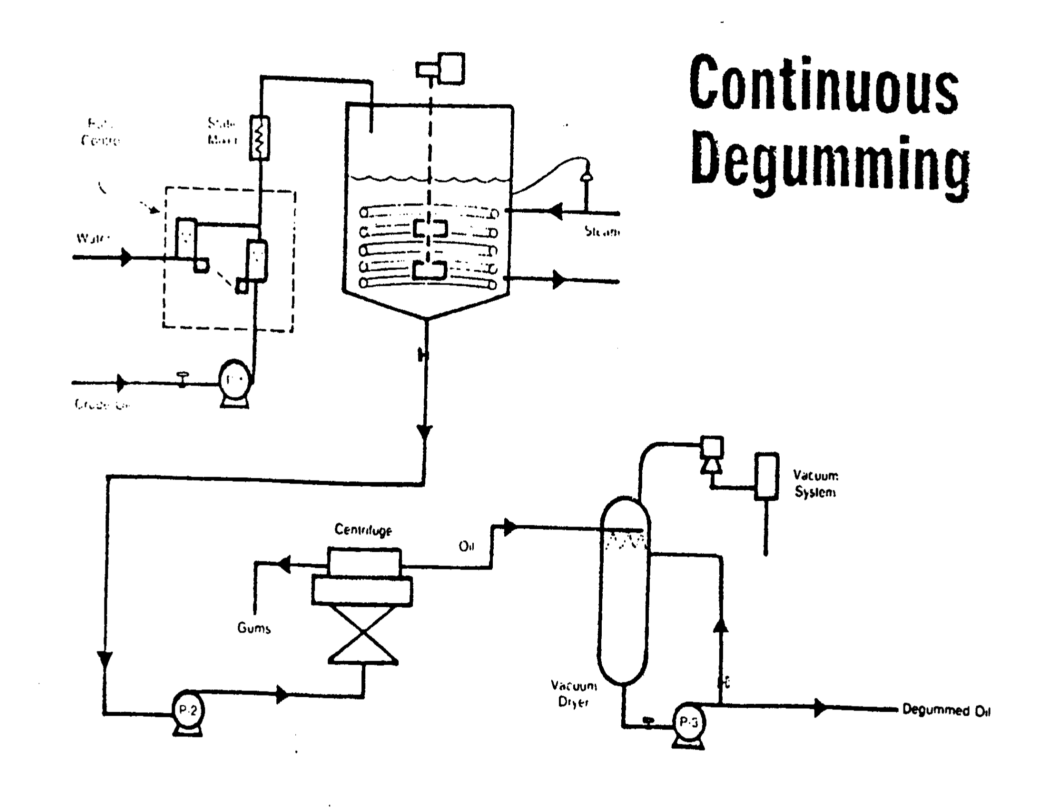
٥ – قلاب بطئ السرعة تقريبا في الوعاء لتحريك خليط الزيت والماء باستمرار ولمنع الفوسفاتيدات المتمياة والمواد الغريبة الأخري من الترسيب من الزيت .

٦ – جهاز طرد مركزي لإزالة المواد المتميأة عن الزيت – ويجب أن يستطيع جهاز الطرد المركزي من تناول المواد الثقيلة (مثل الليسيثين) وأن يعمل مدة طويلة قبل الحاجة إلي تنظيفه .

٧ – بعد مرحلة الفصل بالطرد المركزي يجب أن يجفف الزيت تحت التفريغ وأن ينقل إلي التخزين أو إلي التكرير .

٨ – يجب وجود كل الطلمبات الضرورية لضخ الزيت من مرحلة إلي أخري .

Continuous Degumming



طريقة نزع الصموغ بالماء باستخدام النظام المستمر
Continuous waterdegumming Process

بالنسبة لزيت عباد الشمس : -

الخطوات : -

١ - يضخ زيت عباد الشمس الخام وكمية الماء اللازمة معا ، أما خلال وعاء الخلط مثل الخلاط الساكن Static mixer أو مباشرة إلي خزان الاستقبال المزود بملفات تسخين (بالبخار) وبقلاب .

٢ - يسخن خليط الزيت والماء إلي درجة حرارة ٧٦ - ٨٢°م ويسمح له بالخلط لمدة ٣٠ دقيقة. ويمكن انجاز هذا باستخدام خزان اسقبال سعته تساوي حوالي السعة التي تكفي لتغذية جهاز الطرد المركزي ساعة - فعلي سبيل المثال إذا كانت قدرة جهاز الطرد المركزي هي ٣٠,٠٠٠ كجم / ساعة فإن سعة خزان الاستقبال تساوي ٣٠,٠٠٠كجم.

٣ - يضخ الزيت من خزان الاستقبال إلي جهاز الطرد المركزي من النوع المستخدم لإزالة الصموغ وبعد ذلك أما أن يجفف الزيت تحت التفريغ أو أن يضخ إلي خزان تغذية لوحدة التكرير بالقلوي .

٤ - تنقل الصموغ إلي خزان يمكن استخدامه للتحميض acidulation لاسترجاع أكبر كمية ممكنة من الزيت أو المواد (الليسيثين والصموغ التي سوف تستخدم أو تباع كمنتج إلي علف الماشية أو الأطعمة عالية الجودة .

بالنسبة لزيت فول الصويا :

يحتوي زيت فول الصويا الخام لي ٢ - ٣ ٪ فوسفاتيدات .

الخطوات :

١ – يسخن الزيت الخام إلي درجة حرارة ٧٠ – ٨٢ °م.

٢ – يضخ الزيت الخام باستمرار داخل وعاء التميؤ hydration vessel ويقاس معدل سريان الزيت الخام ويضاف الماء أو البخار إلي وعاء التميؤ .

٣ – تضبط نسبة معدل سريان الماء أو البخار عند نسبة ٣ ٪ تقريبا بالنسبة إلي سريان زيت فول الصويا الخام .

٤ – يقلب بشدة زيت فول الصويا الخام مع الماء أو البخار لمدة ٢٠ – ٣٠ دقيقة لاتمام تميؤ الفوسفاتيدات .

٥ – يضخ الخليط خلال مبدل حراري heat exchanger حيث ترتفع درجة حرارة ٨٨°م لتساعد علي تكوين الصنف الثاني للصموغ المتميأة .

٦ – يدخل الخليط إلي جهاز الطرد المركزي centrifuge لفصل الصنفان عن بعضهما وهما :

أ – **الصنف الأول** : يتكون من الصموغ الرطبة وبالتحليل فإنها تحتوي علي :

* ٣٠ – ٣٥ ٪ رطوبة .

* ٧٠ – ٨٠ ٪ مواد غير ذائبة في الأسيتون (وهي فوسفاتيدات فول الصويا) من الوزن الجاف

* دقائق الكسب الموجودة في زيت فول الصويا الخام ويجب ألا تزيد عن ٠,٣ ٪ من المواد الغير قابلة للذوبان في البنزين (دقائق الكسب – meal fines) وعلي كل حال فإن الليسيثين المحتوي علي دقائق الكسب يكون مظهره مغبشا .

ب - **الصنف الثاني** : يتكون من زيت فول الصويا الخام منزوع الصموغ ويحتوي علي كمية صغيرة من الرطوبة وإذا كان هذا الزيت سوف يعادل فلا تزال الرطوبة . أما إذا كان سوف يخزن ويشحن shipped فإنه يمر خلال مجفف تحت التفريغ لأزالة الرطوبة ويبرد قبل أن يضخ الزيت للتخزين .

٧ - تجمع الصموغ الرطبة في وعاء مزود بقلاب وتضخ إلي مجفف لنزع المذيب (الماء) بوحدة الليسيثين .

تأثير المعالجة بحمض الفوسفوريك :

إن اضافة حمض الفوسفوريك إلي الزيت قبل إضافة تراب التبييض يؤكد إزالة كل من : -

أ - اللون .

ب - الفوسفوليبيدات

جـ - المعادن

وفيما يلي جدول يوضح النتائج التي حصل عليها عند غسيل زيت بكمية ٠,٣ ٪ حمض فسفوريك (تركيز ٨٥ ٪) ثم سخن إلي درجة حرارة ٦٠ °م ولمدة ٢٠ دقيقة ثم أضيف إليه تراب التبييض عند درجة حرارة ١٠٥°م ولمدة ٢٠ دقيقة - وكانت النتائج كما يلي :-

كمية تراب التبييض ٪	اللون (أحمر)		الفوسفور (جزء في المليون)		الحديد (جزء في المليون)		أحمضا دهنية حرة ٪	
	بدون معالجة بالحمض	معالج بالحمض	بدون معالجة بالحمض	معالج بالحمض	بدون معالجة بالحمض	معالج بالحمض	بدون معالجة بالحمض	معالج بالحمض
الزيت الخام	أقل من ٢٠	–	١١٨	–	٠,٨	–	,٤٩	–
٢	٤,٥	٢,٥	٤٨	٢٩	٠,٣	٠,٠٢	,٤١	٠,٥٢
٣,٢	١,٤	١,١	٢٧	٨	٠,١٥	٠,٠٢	٠,٣٧	٠,٤٦
٤	١,٢	٠,٦	١٩	٤	٠,١	٠,٠٣	–	٠,٤٥
٤,٩	٠,٧	٠,٦	٩	٢	٠,١	٠,٠٣	٠,٣٦	٠,٤٥

ومن الجدول نجد أن أقصي إزالة للمواد الملوثة للزيت تحدث عند استخدام كمية من حمض الفوسفوريك قدرها ٠,٣ ٪ وتتوقف كمية الحمض المستخدمة علي الحصول علي أقصي إزالة ممكنة للفوسفور بالنسبة لكمية الفسفور الموجود بالزيت أصلا .

ونظرا لأن حمض الفوسفوريك يعمل كحافز جيد لتحلل الزيت مما يزيد من نسبة الأحماض الدهنية الحرة لذلك يجب آلا تزيد نسبة حمض الفوسفوريك الحر المتبقية بالزيت عن ٥ جزء في المليون .

وكما هو متوقع فإن المعالجة المسبقة للزيت بحمض الفوسفوريك يزيد من ثباتة نحو الأكسدة ويرجع ذلك إلي أن الحمض يستطيع أن يكون مركبات معقدة ويكسح المعادن المسرعة للأكسدة مثل الحديد .

استخدام حمض الفوسفوريك
Use of phosphoric acid

ملاحظات : -

١ - يعتقد أن الفوسفاتيدات الغير قابلة للتميؤ (الغير ذائبة) هي أملاح فوسفاتيدات الكالسيوم والماغنسيوم ومن المحتمل الحديد ، وهي أكثر ذوبانا في الزيت عن الفوسفاتيدات العادية .

٢ - تتراوح الكمية المستخدمة من حمض الفوسفوريك (تركيز ٨٥ ٪) حوالي ٠,٠٢ ٪ إلي ١ ٪ وفي العادة ٠,٠٢ ٪ مع التقليب لمدة ١٥ - ٣٠ دقيقة .

٣ - وتتراوح درجات الحرارة أثناء المعالجة من ٧٠ - ٩٠ °م.

٤ - يستخدم أيضا حمض الفوسفوريك لإزالة بعض الفوسفاتيدات التي لا تزال بواسطة نزع الصموغ بالماء . وتزال قبل اجراء عملية التكرير بالقلوي بمعالجة الزيت المنزوع الصموغ بحمض الفوسفوريك .

٥ - معالجة الزيت بحمض الفوسفوريك ضرورية إذا كان الزيت سوف يكرر طبيعيا أو بالبخار physically or steam refined.

٦ - يمكن استخدام حمض الفوسفوريك ككاسح المعادن (حديد) metal scavanger وعندما يستخدم كمثبط للمعدن metal inactivator فأن المستوي يكون حرجا . وأن استخدام كميات متزايدة منه يمكن أن تؤدي إلي تطور النكهة إلي نكهة الفواكه أو القثاء أو الشمام للزيت المخزن بالرغم من تحسينها للثبات نحو الأكسدة .

٧ - قد يسبب حمض الفوسفوريك تفحم charing عند درجات الحرارة العالية عندما يستخدم كمثبت Stabilizer للزيوت الغذائية .

٨ – قد يتفاعل حمض الفوسفوريك أيضا مع الدهون المتأكسدة منتجا مواد متبلمرة قاتمة اللون .

٩ – دلت التجربة مع زيت عباد الشمس علي أن النكهات الغريبة تتغير عند اضافة ٠,٠١ ٪ من حمض الفوسفوريك علي الزيت المبرد لنزع الرائحة .

١٠ – إذا استخدم حمض الفوسفوريك قبل التكرير بالقلوي فإنه يتطلب إضافة صودا كاوية اضافية لمعادلة الزيادة من حمض الفوسفوريك ولا يمكن استخدام الليسيثين للاستهلاك الآدمي إذا عولج بحمض الفوسفوريك .

١١ – تختلف قوة حمض الفوسفريك من ٦٥ ٪ إلي ٨٥ ٪ وقد نجد أن بعض الناس يشيرون إليه باسم " حمض أورثو فوسفوريك " وبصرف النظر فإننا نتحدث عن حمض H_3PO_4 .

١٢ – الجدول التالي يساعد في تقدير قمية الحمض مهما كانت القوة التي تجدها له .

درجة البومية	الكثافة النوعية	التركيز
٥٠	١,٥٣٣	٧٠,٠٠
٥٥	١,٦١٧	٧٧,٥
٥٧	١,٦٥٣	٨٠,٦
٥٩	١,٦٩٣	٨٤,٠٠

١٣ – التكرير الفني الجيد قد لا يحتاج إلي المعالجة بحمض الفوسفوريك ، لذلك فإنه من المفضل تحسين خطوات التكرير قبل اقرار استخدام المعالجة المسبقة بحمض الفوسفوريك قبل التكرير القلوي .

١٤ – في صناعة الزيوت الغذائية يستخدم حمض الفوسفوريك لمجرد احتواء الزيوت علي

القليل من المعادن الثقيلة ونموذجيا يجب أن تقل هذه المعادن عن ١٠ جزء في المليون من الزرنيخ ومن الرصاص .

١٥ – حاول القيام بعدة محاولات أولية في النطاق المعملي بهدف تبييض الشحم الحيواني المنخفض النوعية degrad or poor quality . مع – وبدون . الغسيل بحمض الفوسفوريك .

ثم تسجيل قراءة ألوان الشحم المبيض الناتج لمعرفة ما أسفرت عليه هذه النتائج من تحسن اللون وذلك قبل اجراء ذلك في الوحدة الانتاجية .

الطريقة الأولى : للتكرير بحمض الفوسفوريك

(وهي الطريقة المتبعة عمليا)

الخطوات :

١ – يضع الزيت في وعاء التبييض (كأس المعمل) وترفع درجة حرارته مع التقليب إلي ٦٠°م .

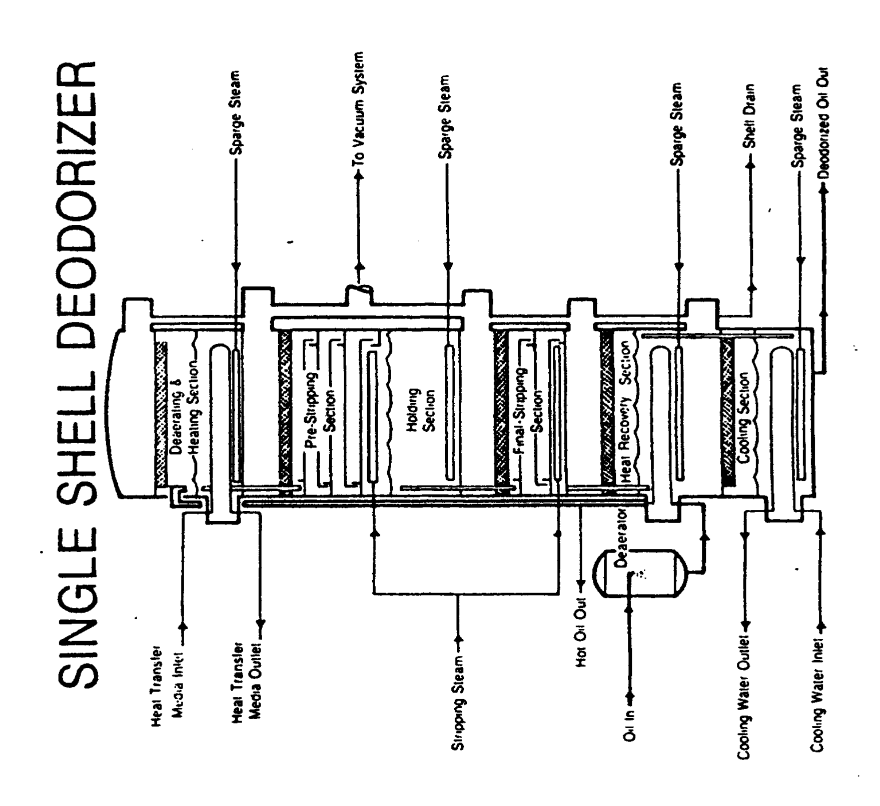
٢ – يضاف بعناية ٢, جزء من حمض الفوسفوريك (تركيزه ٨٠٪) لكل ١٠٠ جزء من الزيت.

٣ – يستمر التقليب لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة عند درجة حرارة الجو .

٤ – يضاف من ١ – ٢ جزء ماء لاخماد الحمض وترفع درجة الحرارة إلي ٨٠ – ٨٥°م وعلي ما سبق يكون : كل ١٠٠٠ (كجم) زيت يحتاج إلي ٢ (كجم) حمض ثم ١٠ – ٢٠ (لتر) ماء .

٥ – يسمح بتبخير الماء لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة – أو يترك الخليط للراحة مدتها ١ ساعة حتي يتجمع المحلول في قاع الوعاء ثم يسحب إلي الخارج .

٦– تجري عملية التبييض العادية بعد ذلك .



SINGLE SHELL DEODORIZER
Heat Transfer Media Inlet
Heat Transfer Media Outlet
Stripping Steam
Hot Oil Out
Oil In
Cooling Water Outlet
Cooling Water Inlet
Sparge Steam
To Vacuum System
Sparge Steam
Sparge Steam
Shell Drain
Sparge Steam
Deodorized Oil Out
Deaerating & Heating Section
Pre-Stripping Section
Holding Section
Final-Stripping Section
Heat Recovery Section
Cooling Section
Deaerator

الطريقة الثانية : للمعالجة بحمض الفوسفوريك

الخطـوات :

١ – يضخ الزيت الخام – أو الزيت المنزوع الصموغ بالماء إلي وعاء الخلط حيث يقلب وترفع درجة حرارته إلي ٩٥°م.

٢ – يضاف حمض الفوسفوريك بكمية قدرها ٠,١ – ٠,٥ ٪ من وزن الزيت عند درجة حرارة الجو.

٣ – يقلب خليط الزيت والحمض لمدة ١٥ دقيقة عند درجة حرارة ٩٥°م .

٤ – تضاف كمية من تراب التبييض تتوقف كميتها علي اللون المطلوب للزيت قبل نزع الرائحة – وإذا لزم الأمر يضاف مساعد للترشيح filter aid .

٥ – تحت التفريغ يقلب خليط الزيت والحمض وتراب التبييض فترة من الوقت للحصول علي اللون المطلوب .

٦ – يضخ الخليط إلي مرشحات filters لازالة تراب التبييض ثم إلي وعاء استقبال .

الطريقة الثالثة : الغسيل بحمض الفوسفوريك

وهي الطريقة المتبعة في شركة – بروكتر آند جامبل (كامي) .

الخطـوات :

١ – يوضع الزيت داخل وعاء التبييض (كأس المعمل) وترفع درجة حرارته إلي ٦٠°م مع التقليب .

٢ – يحضر محلول الغسيل باستخدام ٠,٢ جزء من حمض الفوسفوريك (تركيزه ٨٠٪) ويخفف بحوالي ١ جزء ماء تقريبا لكل ١٠٠ جزء زيت – ومما سبق يكون : كل ١٠٠٠ كجم زيت تحتاج إلي ١ كجم حمض مضافا إليه ١٠ لتر ماء

(تحذير – عند اضافة الحمض إلي الماء يجب ارتداء قفازات مطاطية وأقنعة ونظارات واقية – وسوف ترتفع درجة حرارة المحلول) .

٣ – مع التقليب يضاف ببطء وبعناية محلول الحمض المخفف علي صورة رذاذ ويستمر التقليب لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة عند درجة حرارة الجو .

٤ – مع استمرار التقليب يسخن الزيت ببطء حتي تصل درجة حرارته إلي ٨٠ °م لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة أخرى .

٥ – يترك الخليط للراحة لمدة ساعة واحدة حتي يتجمع المحلول المضاف الى قاع الوعاء ثم يسحب للخارج .

٦ – تجرى عملية التبييض العادية بعد ذلك .

الطريقة الرابعة : الغسيل بحمض الفوسفوريك

وهي الطريقة المتبعة في شركة – " لوكس " .

الخطـوات :

١ – يوضع الزيت داخل وعاء التبييض (كأس المعمل) وترفع درجة حرارته إلي ٦٠°م مع التقليب .

٢ – يحضر محلول الغسيل باستخدام ١,٠ جزء من حمض الفوسفوريك (تركيزه ٨٠٪) ويخفف بحوالي ١٠ جزء ماء تقريبا لكل ١٠٠ جزء زيت أي أن كل ١٠٠٠ كجم زيت تحتاج إلي ١ كجم حمض مضافا إليه ١٠٠ لتر ماء

(تحذير – عند اضافة الحمض إلي الماء يجب ارتداء قفازات مطاطية وأقنعة ونظارات واقية وسوف ترتفع درجة حرارة المحلول) .

٣ – مع التقليب يضاف ببطئ وبعناية محلول الحمض المخفف علي صورة رذاذ ويستمر التقليب لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة عند درجة حرارة الجو .

٤ – مع استمرار التقليب يسخن الزيت ببطئ حتي تصل درجة حرارته إلي ٨٠ – ٩٠ °م .

٥ – يوقف التقليب وبعد ثبات حركة الزيت يغسل باستخدام كمية من محلول ملح الطعام تساوي ١٠ ٪ من وزن الزيت (تركيزها ٥ ٪) . علي أن تكون درجة حرارة محلول الملح ٨٠ °م ويكن الغسيل علي صورة رذاذ .

ومما سبق يكون :

كل ١٠٠٠ كجم زيت تحتاج إلي ٥٠ كجم ملح طعام ذائبة في ١٠٠ لتر ماء .

٦ – يترك الخليط للراحة مدة ساعة واحدة حتي يتجمع المحلول المضاف في قاع الوعاء ثم يسحب للخارج .

٧ – يغسل الزيت بكمية من الماء المسخن إلي درجة حرارة ٨٠ °م ومقدارها يساوي ١٠ ٪ من وزن الزيت .

٨ – يترك الخليط للراحة مدة ساعة واحدة حتي يتجمع المحلول المضاف في قاع الوعاء ثم يسحب للخارج .

ملحوظة :

١ – ثبت أنه إذا خفضت درجة حرارة خليط الزيت والفوسفاتيدات المتميأة إلي أقل من ٤٠ °م فإن الفوسفاتيدات المترسبة تظهر شكل نصف متبلور semicrystalline وهذا الشكل أكثر فاعلية عند إزالته بالطرد المركزي .

٢ – يجب الاهتمام بأنواع الأحواض bowls والأقراص discs المستخدمة في الطرد المركزي للحصول علي أعلي فصل للفوسفاتيدات وأقل فاقد في الزيت منزوع الصموغ وألا تزيد درجة الحرارة عن ٦٠ °م حتي لا يرتفع نسبة الفاقد في الزيت .

التكـريـر

Refining

الهدف من التكرير :

هو إزالة المواد والشوائب الغير جلسريدية الموجودة في الزيت والتي تختلف كميتها باختلاف كل من :

أ – المواسم

ب – نوع التربة

جـ – المعالجة الأولية مثل نزع الصموغ

ومن المواد التي تزال أثناء اجراء عملية التكرير ما يلي:

١ – الاحماض الدهنية الحرة : وتصل نسبتها في الزيوت والدهون المكررة المجهزة للأغراض الغذائية إلي أجزاء من المائة من ١ ٪ .

٢ – الفوسفاتيدات : تحتوي أغلب الزيوت النباتية الجيدة التكرير علي فوسفور Phos-phorus يصل إلي ٠,٠٠٢ – ٠,٠٠٤ فوسفاتيدات .

وليس من الضروري أن يدل وجود الفوسفور والنيتروجين بالزيت علي وجود الفوسفاتيدات وخاصة في حالة الزيوت المكررة جيدا – فعلي سبيل المثال :

أ – في زيت بذر اللفت :

يزال أغلب الفوسفور الموجود في عملية التكرير بينما تقل قليلا كمية النيتروجين

ب – في زيت فول الصويا

يزال الفوسفور تماما في عملية التبييض بينما يظل ثلث النيتروجين تقريبا في

الزيت مما يدل علي أن النيتروجين الموجود ليس كله في صورة فوسفاتيدات .

٣ – المواد الصمغية mucilaginous substances

٤ – الكلوروفيل

٥ – الأجسام الملونة color bodies

٦ – البروتينات والاجزاء البروتينية protein fragments

٧ – الكربوهيدرات ومشتقاتها

٨ – الراتنجات المختلفة various resinous

٩ – الهيدروكربونات

١٠ – المعادن الثقيلة مثل النحاس والحديد والمنجنيز metal complexes

وأثناء التكرير يجب أن يحدث أقل تلف للمواد التالية :

١ – الزيت المتعادل (الجلسريدات)

٢ – مضادات الأكسدة الطبيعية مثل التوكوفيرولات

٣ – إزالة جزئية للاستيرولات ومن ثم يكون السوب أستوك مصدر غني له .

ولهذه الأسباب فإن طريقة التكرير لا يمكن اجراؤها بخطوات محددة ولكن يجب أن تكون مرنة لتلائم خواص الزيت الخام.

ويوجد طريقتان أساسيتان للتكرير هما :

١ – طريقة التكرير الكيميائي أو بالقلوي Chemical-or- caustic refining method

وتسمي بطريقة التعادل Neutralization

٢ – طريقة التكرير الطبيعي أو بالبخار Physical -or- steam refining method

طريقة التكرير بالقلوى
Neutralization

وفي هذه الطريقة تستخدم بعض أنواع القلوي – وفي العادة تكون الصودا الكاوية – واضافة محلول القلوي إلي الزيت الخام أو الزيت المنزوع الصموغ يحدث تفاعل كيميائي وتفاعل طبيعي .

التفاعل الكميائى : chemical reaction

وهو اتحاد القلوي مع الاحماض الدهنية الحرة الموجودة بالزيت لتكوين صابون لا يذوب في الزيت oil-insoluble soap وعند استخدام المزيد من الصودا الكاوية بالحرارة والوقت تؤدي الى تصبين بعض الزيت المتعادل فتؤدي إلي زياده فاقد الزيت .

التفاعل الطبيعى : Physical reaction

أ – حيث تمتص الفوسفاتيدات والصموغ القلوي وتتجلط (تتخثر) coagulated أثناء التميؤ hydration

ب – تحتبس المواد الغير ذائبة داخل المواد المتخثرة .

جـ – كثيرا من المواد الملونة تتحلل وتمتص بالصموغ أو بتأثير القلوي وتصبح ذائبة في الماء فتزال من الزيت

د– تزال كل المواد الغير ذائبة عندما تتميأ .

وتحدث جميع هذه التفاعلات عند درجة حرارة منخفضة نسبيا .

تهتم صناعة التكرير بالقلوى بما يلى :

١ – الاختيار المناسب للقلوي المستخدم .

٢ – كمية القلوي المستخدم .

٣ – الأسلوب الفني للتكرير المستخدم لانتاج النوعية المطلوبة بدون زيادة تصبن الزيت المتعادل .

٤ – الطريقة المستخدمة للفصل الكافي للزيت المكرر عن السوب استوك .

ملاحظات عن عملية التكرير بالقلوى :

١ – تصنع معدات التكرير أساسا من الفولاذ أو الحديد الطري

٢ – يسخن الزيت في الخزان اليومي Day tank إلي درجة حرارة ٣٨ °م والذي يجب أن يحتوي علي كمية من الزيت تكفي للتشغيل لمدة ٨ ساعات علي الأقل والأفضل أن تكون الكمية تكفي للتشغيل لمدة ٢٤ ساعة .

٣ – يجب تقليب الزيت بشدة ثم تؤخذ عينة لتحليل نسبة الاحماض الدهنية الحرة .

٤ – تستخدم نسبة الأحماض الدهنية الحرة لتحديد كمية القلوي اللازمة لعملية التكرير .

٥ – في عام ١٩٧٦ سجل " براي Braae " أن الخطوات المثالية هي ازالة الآثار القليلة من الفوسفاتديات بمعالجة الزيت بواسطة حمض الفوسفوريك قبل التكرير بالقلوي – ويفضل بعض الأمريكيون اضافة ٣, ٠ – ١ كجم من حمض الفوسفوريك ٧٥ ٪ المستخدم في الأغرض الغذائية إلي كل طن زيت ولمدة لا تقل عن أربع ساعات قبل التكرير بالقلوي .

٦ – يتوقف اختيار تركيز محلول الصودا الكاوية وكمية المحلول المستخدمة علي نوع الزيت الخام المراد تكريره وتحسب علي أساس التحاليل المعملية للزيت .

وفي العادة تستخدم الكمية الأقل والأضعف في تركيز القلوي التي تلزم لانجاز وضبط نقطة النهاية end point المرغوبة لتخفيض تصبن الزيت المتعادل ولمنع تكوين صنف ثالث third phase وهو المستحلب أثناء الفصل بالطرد المركزي .

٧ - بالنسبة لزيت فول الصويا فإن تركيز محلول الصودا الكاوية المستخدم يتراوح ما بين ١٦ - ١٨ بومية وأن الزيادة المستخدمة أعلي من الحساب النظري هي ٠,١ - ٠,١٣ ٪ والمعادلة المستخدمة هي : -

$$\text{نسبة المعالجة (المعاملة)} = \frac{\text{نسبة الاحماض الدهنية الحرة ٪} \times 0.14 + \text{نسبة الزيادة ٪}}{\text{نسبة ص أيد في المحلول ٪}} \times 100$$

$$\text{percent treat} = \frac{(\% \text{ F F A crude X } 0.142 + \% \text{ Excess}}{\% \text{ } N_a \text{ OH in caustic}} \times 100$$

يحتوي تركيز الصودا الكاوية ١٦ - ١٨ بوميه علي كمية من الماء تكفي لازالة الفوسفاتيدات ، أما التركيزات الأعلي من ذلك فإنها تعوق ذلك .

٨ - بعد اضافة محلول القلوي إلي الزيت الخام يستخدم التقليب الشديد للتأكد من حدوث تماس اضطرابي لكي تتفاعل الصودا الكاوية مع الأحماض الدهنية الحرة والفوسفاتيدات والصبغات الملونة ولفترة طويلة من الوقت تكفي لتميؤ الفوسفاتيدات ويجب ألا يكون التقليب من النوع الذي يكون مستحلب ثابت .

٩ - عند اضافة محلول الصودا الكاوية يجب أن تكون درجة حرارة الزيت ٣٢ °م وألا تزيد عن ٣٨ °م .

١٠ - بعد ذلك يسخن خليط الزيت والصابون إلي درجة حرارة ٧٥ - ٨٢ °م (وفي حالة زيت فول الصويا يصل التسخين إلي ٦٠ - ٦٥ °م) ليساعد في تكوين السوب استوك وخلق فصل أكثر وضوحا للصابون عن الزيت ويسمي بكسر المستحلب break of emulsion

١١ - يترك خليط الزيت والصابون للراحة أو يضخ إلي جهاز الطرد المركزي لينفصل الصنفان عن بعضهما وهما :

أ - صنف خفيف :

ويتكون من الزيت المكرر المحتوي علي أثار من الرطوبة والصابون .

ب – صنف ثقيل :

ويتكون من الصابون والمواد الغير ذائبة والصودا الحرة والفوسفاتيدات وكميات قليلة من الزيت المتعادل .

١٢ – يجب أن يكون الماء المستخدم في إذابة القلوي أو في غسيل الزيت ماء يسر soft water خالي من الكالسيوم والماغنسيوم لأن هذه الأملاح تلوث الزيت وتؤثر علي ثباته .

١٣ – يغسل بالرش الزيت المنفصل باستخدام حوالي ١٠ – ٢٠ ٪ ماء عذب مسخن إلي درجة حرارة ٩٠ – ٩٥°م مع التقليب لنقل أكبر كمية من الصابون من الزيت إلي الماء ثم يترك خليط الزيت والماء للراحة لينفصل إلي صنفان هما :

أ – صنف خفيف : وهو الزيت المغسول بالماء

ب – صنف ثقيل : وهو الماء الذائب للصابون

ويجب أن تزيل هذه الغسلة حوالي ٩٠٪ من الصابون علي صورة أوليات الصوديوم الموجودة بالزيت المكرر (تكرر هذه الغسلة إذا لم يزال ٩٠٪ من الصابون) يفضل الصناع اجراء عملية الغسيل علي مرحلتان كل منها تستخدم ١٠ ٪ ماء .

١٤ – تزال الآثار المتبقية من الصابون بواسطة عملية التبييض التالية .

١٥ – يجفف الزيت المغسول بالماء لخفض ما يحتويه من رطوبة إلي ٠,٠٥ – ٠,١٪ .

١٦ – يضخ الزيت بعد ذلك إلي مرحلة التبييض أو يبرد إلي درجة حرارة ٥٠ °م.

١٧ – تحديد النوعية المثالية المطلوبة للزيت المكرر بحيث تنسجم مع النوعية المثالية المطلوبة

للمنتج النهائي - ويفضل معظم الصناع أن تكون مواصفات الزيت المكرر هي :

أ - ٠,٠٥ - ٠,١ ٪ (حد أقصي) أحماض دهنية حرة .

ب - ١٠ - ٢٠ (جزء في المليون) فوسفاتيدات .

جـ - ٥٠ - ٦٠ (جزء في المليون حد أقصي) صابون

د - ٠,١ ٪ (حد أقصي) للرطوبة والمواد المتطايرة .

هـ - أن يكون مظهر الزيت رائق ولا مع clear and brilliant

١٨ - أهم عاملان لمراقبة فاقد التكرير هما :

أ - تحليل مكونات السوب استوك .

ب - عمل توازن كلي mass balance للزيت الخام قبل وبعد التكرير - إلا أن المشكلة في ذلك هو كيفية القياس المضبوط للاختلاف البسيط بين مقدار هاتان الكميتان الكبيرتان .

١٩ - تجري طريقة التكرير بالقلوي بأحد اسلوبان هما :

أ - طريقة التكرير بالوجبات Batch refining method إلا أن

- انتاجها للزيت المكرر يكون أقل من الطريقة المستمرة
- معدلاتها أقل
- تحتاج إلي رأسمال أقل
- تكلفة العمالة أكبر

ب - طريقة التكرير المستمرة continuous refining method

حساب الصودا الكاوية

يستخدم حساب الصودا الكاوية لتحديد كمية وتركيز محلول القلوى اللازمة للتكرير بالقلوى لتطبيقها فى طريقة الوجبات أو الطريقة المستمرة وأهمية حساب الكمية الصحيحة للقلوى (ص أ يد) المستخدمة تهدف الى الحصول على : -

أ - منتجات جيدة .

ب - نوعية ممتازة للمنتج النهائى.

ويمكن تحديد كمية القلوى اللازمة للتعادل بالطريقة التالية :-

١ - ضرب نسبة الاحماض الدهنية الحرة × ٠,١٤٢٨٦ .

ويعطى الناتج النسبة النظرية للصودا الكاوية الصلبة اللازمة للتعادل.

٢ - يضاف الى هذه النسبة كمية اضافية بسيطة من القلوى والتى تتراوح ما بين ٠,٠٥ - ٠,٢ ٪ وتعتمد هذه الزيادة على : -

أ - نسبة الأحماض الدهنيةالحرة الموجودة بالزيت.

ب - كمية المكونات الغير زيتية non-oily constituents الموجودة فى الزيت الخام.

٣ - يضاف الى النسبة المحسوبة فى (١) الزيادة المطلوبة والمقدرة فى (٢).

٤ - تضرب كمية الزيت بالكيلو × النسبة الكلية المحسوبة فى (٣). ويعطى الناتج عدد كيلوجرامات أيدروكسيد الصوديوم الصلبة اللازمة للتكرير.

٥ - تقسم كمية ايدروكسيد الصوديوم الصلبة اللازمة على نسبة ايدروكسيد الصوديوم فى المحلول الذى سوف يستخدم ويعطى الناتج كمية محول القلوى المستخدمة فى التكرير.

ان نسبة القلوى الاضافية تكون فى غاية الأهمية لأن الكمية الكبيرة منها سوف

تساهم فى الفاقد الكبير للزيت المكرر ويتضح أهميتها اذا اجرى التكرير عند درجة حرارة ٧١°م أو أعلى من ذلك .

وعلى كل حال فإن نسبة القلوى الإضافية هامة للحصول على : –

(أ) تكوين جيد للصابون .

(ب) أدنى بقاء لماء الغسيل فى الزيت عند استخدام الطرد المركزى.

واذا كانت نسبة الصابون (مقدرة بالجزء فى المليون) الموجودة بالزيت المغسول والجاف عالية فإنه من الضرورى رفع كمية القلوى الإضافية قليلاً لتخفيض محتوى الصابون بالزيت.

ويوصى بالبدء بكمية اضافة تتراوح مابين ٠,١ الى ٠,١٥ ٪ اذا كانت نسبة الأحماض الدهنية الحرة فى الزيت الخام المراد تكريره تتراوح مابين ٠,٧ – ١,٢ ٪ – وبعد ذلك تضبط هذه الكمية الاضافية اذا لزم الأمر بعد أن تصل العملية الى الاتزان.

واذا كانت نسبة الاحماض الدهنية الحرة بالزيت الخام أقل من ٠,٧ ٪ فإنه من الممكن أن تكون الكمية الاضافية المستخدمة تتراوح مابين ٠,٠٥ الى ٠,١ ٪.

واذا كانت نسبة الأحماض الدهنية الحرة أكبر من ١,٢ ٪ يجب زيادة الكمية المضافة الى ٠,١٥ – ٠,٢ ٪

واذا كانت الكمية الاضافية تصل الى ٠,٢٥ ٪ فانها تمثل كمية عالية للغاية – وعلى كل حال فانها تكون ضرورية لبعض أنواع التكرير.

عند تحديد الكمية الاضافية من القلوى يجب اضافة الكمية لازالة الفوسفاتيدات القابلة للتميؤ والأجسام الملونة وتقدر هذه الكمية كما يلى :–

نوع الزيت	الزيادة من القلوى ٪	ملاحظات
زيت فول صويا منزوع الصموغ	٠,٠١ - ٠,٠٥	الكمية المتبقية من الفوسفور تقل عن ٢ جزء فى المليون
زيت فول صويا خام	٠,١٥ - ٠,٢٥	تقل عن ٢ جزء فى المليون
زيت عباد شمس	٠,٠٥ - ٠,١٥	تقل عن ٢ جزء فى المليون
زيت بذرة القطن	٠,١٥ - ٠,٤٠	أقل كمية تلزم للحصول على لون مقبول للتبييض.

* زيت بذرة القطن الذى يحتوى على ٠,٥ - ١,٠٪ أحماض منفردة يحتاج الى زيادة تصل الى ٠,٤٥ ٪ من محلول القلوى قوة ١٢ - ١٤ بومى.

* زيت بذرة القطن الذى يحتوى على ٤ ٪ أحماض منفردة يحتاج الى زيادة تصل الى ٠,٧٤ ٪ من محلول القلوى قوة ١٤ - ١٨ بومى.

* زيت بذرة القطن الذى يحتوى على ١٥ ٪ أحماض منفردة يحتاج الى زيادة تصل الى ١,٢٨ ٪ من محلول القلوى قوة ٢٠ - ٢٨ بومى .

* الزيوت الجيدة مثل زيت الذرة تحتاج الى زيادة من القلوى تصل الى ٠,٢٥ - ٠,٣٦ ٪ من محلول القلوى ١٦ بومى.

* الزيوت القابلة للجفاف مثل زيت الكتان لايضاف اليه زيادة من القلوى بالقدر الذى يضاف الى الزيوت الغذائية الأخرى.

دهون الحيوانات التى تعيش على اليابس والحيوانات البحرية الجيدة التى تحتوى على صموغ وصبغات بكميات قليلة تحتاج الى زيادة من القلوى تصل الى ٠,١ - ٠,٢ ٪.

ويجب أن نلاحظ مايلى :-

١ - فى حالة تكرير الزيوت الجيدة تستخدم محاليل القلوى التى تتراوح قوتها مابين ١٢ - ١٦ بومى.

٢ - عند وجود نسبة قليلة من الأحماض الدهنية الحرة تستخدم محاليل قلوية ضعيفة.

٣ - عند وجود نسبة عالية من الأحماض الدهنية الحرة تستخدم محاليل قلوية قوية.

عند تكرير زيت عباد الشمس :-

يقترح استخدام محول قلوى تركيزه ١٦° بومى ويتغير بومى المحلول القلوى بتغير العوامل والظروف كما يلى :

١ - اذا كانت نسبة الأحماض الدهنية الحرة للزيت المراد تكريره أكبر من ١,٥٪ وأن الزيت الخام خالى نسبياً من المكونات الغير زيتية مثل الصموغ والليسيثين فينصح باستخدام محلول قلوى تركيزه ١٦,٥ - ١٧° بومى والهدف من ذلك تجنب ادخال كمية زائدة من الماء والتى تعوق الفصل الجيد.

٢ - اذا احتوى الزيت الخام كمية من الصموغ والليسيثين فانه من الأفضل استخدام محلول قلوى تركيزه ١٤,٥ - ١٥,٥° بومى لأن الكمية الاضافية من الماء الموجودة فى المحلول القلوى سوف تساعد على تميؤ الصموغ والليسيثين.

٣ - اذا كانت طريقة التكرير المستخدمة هى الطريقة المستمرة فان ضبط كمية المحلول القلوى تكون حسب التغيرات فى نسب الاحماض الدهنية الحرة أو حسب التغيرات فى كمية المكونات الغير زيتية الموجودة فى مخزون التغذية feed stock

٤ - اذا استخدم حمض الفوسفوريك قبل ادخال محلول قلوى التكرير فانه من الضرورى اضافة كمية اضافية من محلول القلوى فى معادلة حمض الفوسفوريك الذى تم استخدامه - وقبل اضافة محلول القلوى يجب تقليب الزيت والحمض تقليباً جيداً لمنع

تكوين الصـــابــون اللزج sticky soap والذى يصــعــب تفـريغـه كـمـا أنـه يلوث أقـراص disks جهاز الطرد المركزى.

مثال لحساب القلوي

بفرض أن الزيت المراد تكريره هو زيت عباد الشمس وأن :-

أ - كميـــة الزيـــت المـــراد تكريرها = ١٥,٠ طن

ب - نسبة الأحماض الدهنية الحرة = ١,١ ٪

جـ - تركيز محلول الصودا الكاوية المستخدمة = ١٦° بومى

= ١١,٠٦ ٪

الخطوات :-

١ - الاحماض الدهنية الحرة × ٠,١٤٢٨٦ = ص أيد الصلبة ٪

١,١ × ٠,١٤٢٨٦ = ٠,٠٠١٥٧١٤

٢ - الكمية الاضافية (٠,١ ٪) = ٠,٠٠١٠٠٠٠

٣ - اجمالى القلوى الصلب المستخدم = ٠,٠٠٢٥٧١٤

٤ - كمية الزيت × ٠,٠٠٢٥٧١٤ = ص أ يد الصلبة ٪

١٥,٠٠٠ × ٠,٠٠٢٥٧١٤ = ٣٨,٥٧١ كجم ص أيد صلبة

٥ - كمية المحلول ١٦° بومى اللازمة = $\frac{٣٨,٥٧١}{٠,١١٠٦}$ = ٣٤٨,٧٤ كجم محلول

واذا كان المحلول القلوى تركيزه ١٥° بومى فانها تساوى ١٠,٤ ٪

واذا كان المحلول القلوى تركيزه ١٧° بومى فانها تساوى ١١,٨٨ ٪

وعلى ذلك :-

تكون كمية المحلول القلوى ١٥° بومى اللازمة = $\frac{٣٨,٥٧١}{٠,١٠٤٠}$ = ٣٧٠,٨٨ كجم محلول

أو تكون كمية المحلول القلوى ١٧° بومى اللازمة = $\frac{٣٨,٥٧١}{٠,١١٨٨}$ = ٣٢٤,٦٧ كجم محلول

واذا استخدم محلول درجة البومية له بين هاتان الدرجتان (١٦,٥° بومى) فإن كمية المحلول المستخدمة تحسب كما يلى :-

فتكون كمية محلول القلوى ١٦° بومى = ٣٤٨,٧٤

وتكون كمية محلول القلوى ١٧° بومى = ٣٢٤,٦٧

الفرق بينهما = ٢٤,٠٧

وعلى ذلك تكون الكمية التى تضاف الى كمية المحلول ١٦° بومى = $\frac{٢٤,٠٧}{٢}$ = ١٢,٠٤ كجم محلول

ويكون اجمالى كمية المحلول ١٦,٥° بومى المستخدمة = ٣٤٨,٧٤ − ١٢,٠٤ = ٣٣٦,٧ كجم محلول واذا كان المحلول المستخدم هو ١٥,٥° بومى.

فان نصف الفرق بين كمية المحلول ١٥° بومى سوف تضاف الى ١٦° بومى. (لأن المحلول ١٥,٥° بومى هو المحلول الأضعف) .

كمية المحلول ١٥° بومى = ٣٧٠,٨٨ كجم محلول.

كمية المحلول ١٦° بومى = ٣٤٨,٧٤ كجم محلول.

الفرق = ٢٢,١٤ كجم محلول.

نصف كمية المحلول = $\frac{٢٢,١٤}{٢}$ = ١١,٠٧ كجم محلول

وتكون كمية المحلول ١٥,٥° بومى اللازمة للاستخدام = ٣٤٨,٧٤ + ١١,٠٧

= ٣٥٩,٨١ كجم محلول.

الجدول التالى (جدول تقريبى) يبين كمية القلوى المطلوب لتكرير ١٠٠٠ كيلو جرام من الزيت الذى يحتوى على أحماض دهنية حرة تتراوح مابين ١ – ١٥ ٪.

نسبة الأحماض الدهنية ٪	كربونات الصوديوم اللازمة بـ كجرام	الصودا الكاوية اللازمة بـ كجرام	كربونات البوتاسيوم اللازمة بـ كجرام	تراب الخشب اللازم بالكيلوجرام
١	١,٩	١,٤	٢,٥	٦٥
٢	٣,٨	٣,٨	٥,٠	١٣٠
٣	٥,٧	٤,٢	٧,٥	١٩٥
٤	٧,٦	٥,٦	١٠,–	٢٦٠
٥	٩,٥	٧,–	١٢,٥	٣٢٥
٦	١١,٤	٨,٤	١٥,–	٣٩٠
٧	١٣,٣	٩,٨	١٧,٥	٤٥٥
٨	١٥,٢	١١,٢	٢٠,–	٥٢٠
٩	١٧,١	١٢,٦	٢٢,٥	٥٨٥
١٠	١٩,–	١٤,–	٢٥,–	٦٥٠
١١	٢٠,٩	١٥,٤	٢٧,٥	–
١٢	٢٢,٨	١٦,٨	٣٠,–	–
١٣	٢٤,٧	١٨,٢	٣٢,٥	–
١٤	٢٦,٦	١٩,٥	٣٥,–	٩٧٥
١٥	٢٨,٥	٢١,–	٣٧,٥	–

كثافة وتركيز محاليل الصودا الكاوية
عند درجة حرارة ١٥,٥°م

درجة البومى عند ١٥,٥° م	التركيز ٪	الكثافة عند ١٥,٥° م
١٠	٦,٦	١,٠٧٤
١١	٧,٣١	١,٠٨٢
١٢	٨,٠٥	١,٠٩٠
١٣	٨,٧٩	١,٠٩٩
١٤	٩,٥٤	١,١٠٧
١٥	١٠,٣٠	١,١١٥
١٦	١١,٠٩	١,١٢٤
١٧	١١,٨٨	١,١٣٣
١٨	١٢,٦٩	١,١٤٢
١٩	١٣,٥١	١,١٥١
٢٠	١٤,٣٣	١,١٦٠
٢١	١٥,١٧	١,١٦٩
٢٢	١٦,٠٢	١,١٧٩
٢٣	١٦,٨٩	١,١٨٩
٢٤	١٧,٧٨	١,١٩٨
٥٠	٤٩,٦٠	١,٥٢٦

اذا تم قياس تركيز المحلول القلوى عند درجة حرارة أعلى من ١٥,٥ °م وجب تصحيح القراءة.

ملحوظة :-

ان أسهل وأرخص المواد القلوية المستخدمة فى عملية التكرير هى :-

١ - **تراب الخشب** : قديماً كانت تستخدم المادة المتبقية بعد حرق الخشب فى الأفران ثم يضاف اليه مثليه أو ثلاثة أمثاله ماء عذب مع التقليب ثم يترك للراحة لفصل مابه من شوائب - والماء الرائق الذى يحصل عليه يكون محتوياًعلى البوتاسا الصالحة للاستخدام . والذى يجب تسخينه قبل الاستخدام.

وتتلخص طريقة استخدامه بأن يضاف الزيت على محلول البوتاسا الساخن فيتم الاتحاد السريع والتام بين القلوى والأحماض الدهنية الحرة ويصبح الزيت على صورة طبقة واضحة طافية على طبقة مستحلب الصابون التى تسحب من القاع بينما يغسل الزيت بالماء الدافىء لازالة مابه من اثار الصابون.

وفى هذه الطريقة فإن الصابون المتكون يذوب تماماً فى المحلول ويتعلق به قليل جداً من الزيت ومن ثم يكون فاقد التكرير قليلاً والذى يقدر بحوالى مرة ونصف من الأحماض الدهنية الحرة.

٢ - **الصودا آش** : وهذه المادة تتفاعل بسهولة مع الأحماض الدهنية الحرة وحدها الموجودة بالزيت أو الدهن مكونة الصابون ولاتؤثر فى الدهن المتعادل نفسه وحبيبات الصابون المتكونة تحوى داخلها على كمية من الزيت داخلها بذلك يزداد فاقد التكرير ويصل الى حوالى ٢ - ٢,٥ مرة من كمية الحمض الدهنى.

٣ - **الصودا الكاوية** : هى مادة قلوية قوية تتفاعل مع الأحماض الدهنية الحرة ومع الزيت أو الدهن المتعادل لذلك يجب بذل عناية تامة حتى تتفاعل مع الأحماض الدهنية ولا تهاجم الدهن المتعادل نفسه ولذلك يجب تجنب استخدام المزيد منها وعدم

رفع درجة حرارة الزيت عن الدرجة المناسبة وتحتوى حبيبات الصابون المتكون على كمية من الزيت وبذلك يصل فاقد التكرير الى حوالى ٢ - ٢,٥ مرة من كمية الحمض الدهنى.

وفى جميع الأحوال فإن الصابون المتكون الناتج يسمى بالماسيولاج foots أو الصابون الخام soap stock ويقوم هذا الصابون المتكون بامتصاص بعض الشوائب والمواد الملونة الموجودة بالزيت أو الدهن فيصبح الدهن أفتح لوناً وأعلى رتبة - بينما يصبح الصابون أقل رتبة لما احتواه من شوائب ومواد ملونة- ولذلك يستخدم فى انتاج صابون ردىء النوعية.

تتكون المعدات اللازمة لإجراء طريقة التكرير بالوجبات من :-

١ - وعاء التكرير : مصنوع من الحديد أو الفولاذ الطرى أو الحديد المقاوم للصدأ (المطلى بالزنك) لمنع الصدأ أو من الصلب الذى لايصدأ أو المجلفن له قاع مخروطى الشكل شديد الميل (زاوية رأس المخروط ٦٠° م) ، ومزود عند القاع بصمام قطره ٥ سم لسحب رواسب ونواتج التكرير.

٢ - ملفات بخار داخلية تكفى لتسخين كمية الزيت الى درجة حرارة ٧٠° م خلال ساعة واحدة.

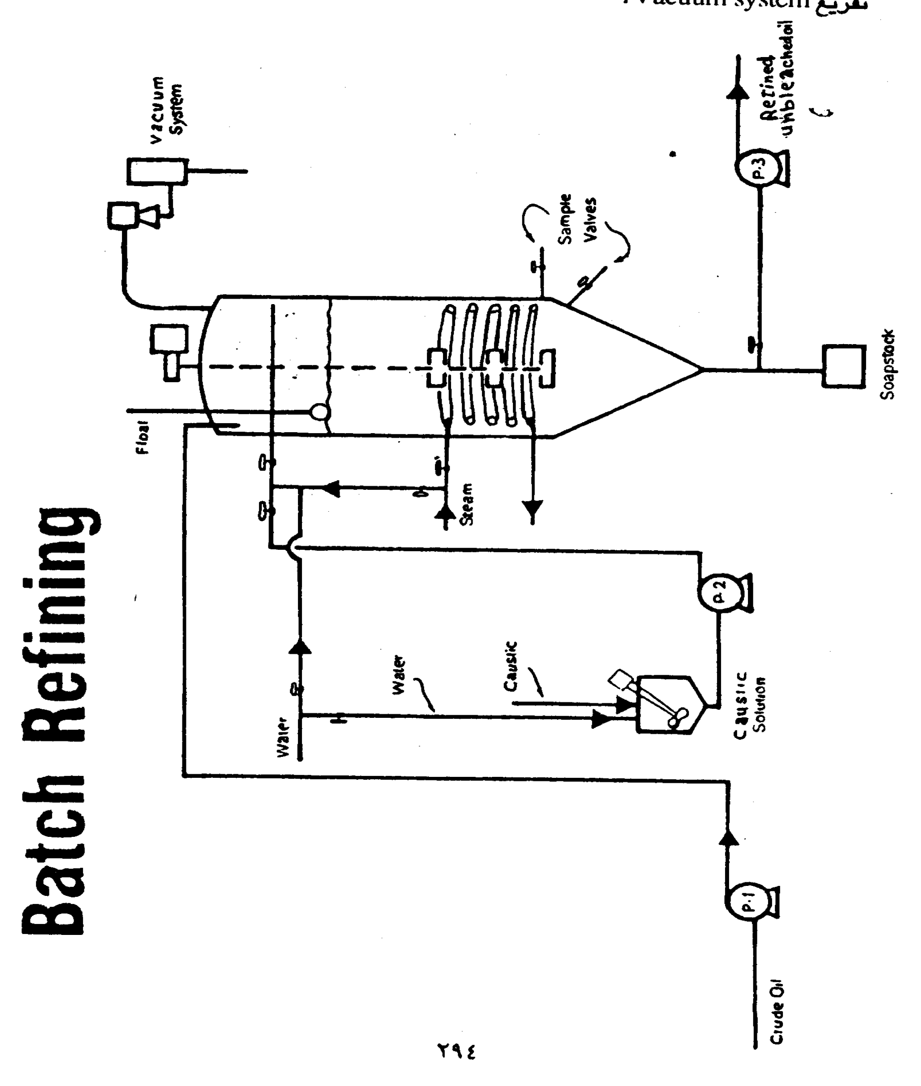
٣ - قلاب بطىء السرعة له أنصال ريشية تحرك الزيت بفاعلية ويدور بسرعة ٨ لفة فى الدقيقة ، و ٤٠ لفة فى الدقيقة.

٤ - وسيلة لرش محلول القلوى أو الماء على أعلى سطح الزيت.

٥ - يفضل أن يزود وعاء التكرير بصمام صغير للحصول على عينات مثبت على ارتفاع ١٥ سم من بداية الجانب المستقيم للوعاء من أسفل - وصمام آخر على بعد ١٥ سم اسفل قمة قاع القمع (انظر الرسم).

٦ - ترمومتر عند حوالى نصف المسافة لأعلى على الجانب المستقيم للوعاء.

٧ - اذا رغب فى تجـفـيف الـزيـت بـعـد تكريره فـانــــه يفضل تزويد الوعـــاء بنــظام تفريغ Vacuum system .



خطوات التكرير :-

١ – تضع كمية الزيت الخام أو الدهن المراد تكريرها الى وعاء التكرير بدون دوران القلاب ويجب أن نملأ حوالى ٦٦ – ٧٠ ٪ من سعة الوعاء والسبب فى ذلك هو السماح لتمدد الزيت أثناء فترة رفع درجة حرارته.

٢ – بعد الانتهاء من ضخ الزيت يدار القلاب بسرعة ٤٠ لفة / دقيقة ثم يسمح بمرور البخار داخل ملفات التسخين لكى تصل درجة حرارة الزيت أعلى قليلاً من درجة حرارة الجو (٣٢°م) أو أعلى من درجة انصهار الدهن (٤٥ – ٥٠°م) ويجب تجنب الحرارة الشديدة لأنها تسبب زيادة تصبن الدهن المتعادل كما أن التكرير عند درجة حرارة منخفضة ينتج زيت مكرر أفتح لونا .

وقبل اضافة محلول القلوى يجب ترك الدهن السائل الدافىء فترة من الزمن حتى يتصاعد مابه من فقاقيع هوائية الى السطح والتى تأتى اليه عن طريق طلمبات سحب الدهن لأن الهواء المحبوس يسبب طفو حبيبات الصابون المتكونة بدلاً من رسوبها فى قاع وعاء التكرير.

٣ – بعد تصاعد فقاقيع الهواء يرش على سطح الزيت كمية محلول القلوى اللازمة فى صورة تيار رقيق هادىء ومنتظم التوزيع على سطح الزيت مع دوران القلاب بسرعة ٤٠ لفة / دقيقة ويستمر التقليب الجيد مع استمرار المحافظة على درجة الحرارة حتى يتم الاتحاد بين القلوى والاحماض الدهنية الحرة وتتكون حبيبات الصابون التى تهبط الى القاع وتستغرق هذه العملية مابين ١٠ – ٣٠ دقيقة ثم تقلل سرعة القلاب الى ٨ لفة / دقيقة مع استمرار التسخين بحيث يكون معدل التسخين يسمح برفع درجة حرارة الزيت الى درجة حرارة ٧٠° م خلال ساعة واحدة . وعند الوصول الى هذه الدرجة من الحرارة يوقف التسخين والتقليب.

٤ – نتيجة لتأثير الحرارة يتكسر المستحلب وينفصل الصابون عن الزيت الصافى الرائق

اللون فى صورة حبيبات تلتصق ببعضها خلال التقليب البطىء وعندما نحصل على الانفصال المطلوب يوقف التسخين والتقليب وتترك حبيبات الصابون لترسب فى القاع.

٥ – تترك محتويات الوعاء للراحة لمدة ٣٠ دقيقة حيث يسمح للصابون المتكون على صورة مادة جامدة أو جيلاتينية والمواد الغير جلسريدية بالاستقرار عند القاع وكلما طالت فترة راحة المحتويات كلما انخفض فاقد التكرير وتكفى مدة ١ – ٤ ساعة لترويق دهن البقر ودهن الخنزير.

٦ – تسحب عينات من كلا الصمامان المركبان على بعد ١٥ سم أعلى وأسفل الجانب المستقيم للوعاء والتى تبين ما اذا كان الصابون قد ترسب أو مازال معلقاً. وفى حالة التكرير الجيد نجد أن عينة الزيت المسحوبة من الصمام السفلى تكون خالية نسبياً من الصابون.

٧ – يسحب الصابون داكن اللون المترسب فى القاع.

٨ – ينظر الى سطح الزيت داخل وعاء التكرير فاذا وجد بالمصادفة صابون يطفو على السطح كان ذلك بسبب وجود هواء محتبس فى الزيت اتحد مع الصابون وفى هذه الحالة فان الزيت يحتاج الى غسلة اضافية بالماء.

٩ – اذا كانت العينة المسحوبة من صمامات القاع خالية من الصابون ابدأ فى عملية غسيل الزيت.

١٠ – الغسلة الأولى :-

أ – يرش على سطح الزيت ٥ ٪ من وزن الزيت ماء ساخن درجة حرارته من ٨٢ – ٨٨°م على صورة رذاذ وأحياناً يضاف كلوريد الصوديوم (ملح طعام) أو كربونات الصوديوم للمساعدة على تكسير مستحلب الزيت والصابون.

ب – تترك المكونات للراحة لمدة ٣٠ دقيقة تقريباً.

جـ - يسحب السوب استوك والماء ببطء ويضخ الى وعاء التحميض acidulation.

١١ - الغسلة الثانية :-

أ - تبدأ برش ٥ ٪ (من وزن الزيت) ماء ساخن درجة حرارته ٨٢ - ٨٨° م.

ب - تترك المكونات للراحة لمدة ٢ ساعة تقريباً.

جـ - يسحب السوب استوك والماء ببطء ويضخ الى وعاء التحميض.

١٢ - الغسلة الثالثة :-

أ - تبدأ برش ١٠٪ (من وزن الزيت) ماء ساخن درجة حرارته ٨٢ - ٨٨°م.

ب - تترك المكونات للراحة لمدة ١ ساعة .

جـ - تسحب المكونات للخارج واذا كانت محملة بالسوب استوك فانها تضخ الى وعاء التحميض . أما اذا كانت مجرد ماء صابونى فيتخلص منها بطريقة مناسبة.

١٣ - تكرر الغسلة الثالثة عدة مرات - ويرغب فى أن تجرى آخر هذه الغسلات مع دوران القلاب لازالة معظم الصابون.

ويحدد عدد الغسلات كمية الصابون المتبقية بالزيت ووصولها الى المستوى المطلوب.

١٤ - بعد اجراء آخر الغسلات - يجفف الزيت المتعادل تحت التفريغ أو يضخ الى وعاء التبييض.

جدول عدد ونظام غسلات زيت عباد الشمس [1]

رقم الغسلة	درجة حرارة الزيت °م	ماء الغسيل: كمية الماء	ماء الغسيل: درجة حرارته °م	سرعة دوران القلاب	مدة فترة الراحة	ناتج الغسلة
غسلة أولى	٧٠°م	٥٪	٨٢–٨٨°م	متوقف	٣٠ دقيقة	سوب استوك يسحب الى وعاء التحميض .
غسلة ثانية	٧٠°م	٥٪	٨٢–٨٨°م	متوقف	٢ ساعة	سوب استوك يسحب الى وعاء التحميض .
غسلة ثالثة	٧٠°م	١٠٪	٨٢–٨٨°م	متوقف	١ ساعة	اذا وجد كمية من السوب استوك تسحب الى وعاء التحميض واذا كانت خالية منه يتخلص منها بطريقة مناسبة.
غسلة رابعة	٧٠°م	١٠٪	٨٢–٨٨°م	١٠–١٢ لفة فى الدقيقة	١ ساعة	يسحب للتخلص منها .

ملحوظة :

١ – يحدد عدد الغسلات كمية الصابون المتبقية بالزيت ووصولها الى المستوى المطلوب.

٢ – يحدد وقت الراحة سرعة ترسيب المكونات الموجودة بالزيت وارتفاع وعاء التكرير.. الخ.

٣ – يجب أن يعتمد الصانع على الخبرة والتجربة للوصول الى أفضل نتيجة فى أقصر وقت.

(١) National Sunflower Association

التكرير المستمر
Continuous Refining

تتطلب هذه الطريقة الى استثمارات هامة فى المعدات - وعلى كل حال فانها :-

أ - أكثر كفاءة.

ب - أكثر اقتصادياً.

ويوجد العديد من أجهزة الطرد المركزى الممتازة الأداء فى هذا النوع من التكرير.

الطريقـــة :-

١ - تضخ كمية الزيت الخام المراد تشغيلها فى خزان يومى day tank سعته تكفى لتشغيل ساعتان على الأقل (محسوبة على أقصى معدل لتشغيل جهاز الطرد المركزى لمدة ساعتان - فعلى سبيل المثال اذا كان أقصى معدل لجهاز الطرد المركزى ١٥ طن / ساعة فإن سعة الخزان اليومى يجب الا تقل عن ٣٠ طن).

والخزان مزود بما يلى :-

أ - قلاب.

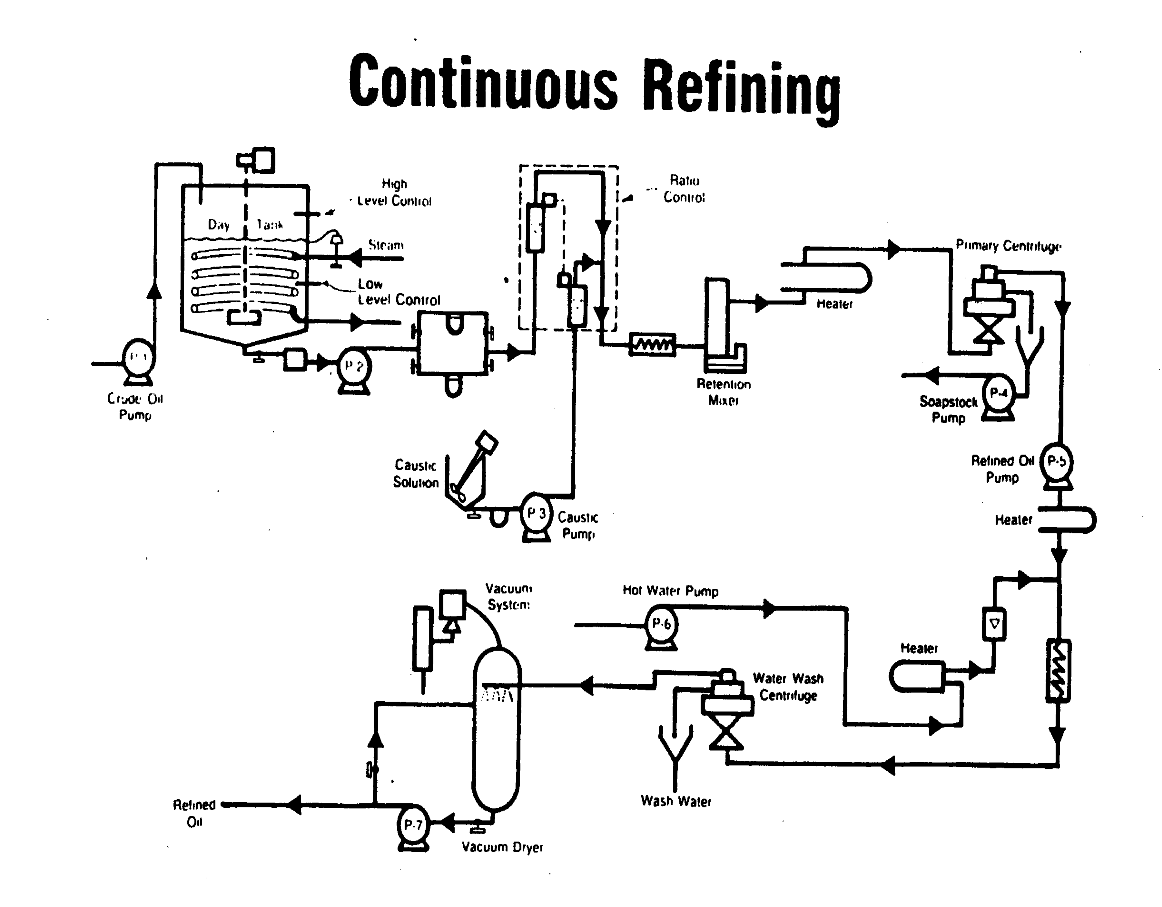
ب - نظام تحكم control system للحصول على المستوى المطلوب للزيت فى الخزان.

جـ - نظام تسخين heating system للحصول على درجة حرارة منتظمة.

٢ - يضخ الزيت من الخزان اليومى الى مصفاة strainer ثم الى منظم المعدل ratio controller لاضافة كمية محلول القلوى المطلوبة الى الزيت ثم ينساب الخليط الى وعاء الخلط mixing device وهو فى العادة خلاط ساكن static mixer وهو نظام استبقاء retention system للحصول على خلط كامل جيد.

٣ - ينساب الزيت من نظام الاستبقاء خلال سخان لتسخين الخليط الى درجة حرارة ٣٨°م

Continuous Refining



وهى المستخدمة لانتاج زيت مكرر جيد النوعية ويمكن تغير درجة حرارة التكرير للحصول على فصل جيد للصابون عن الزيت. وقد وجد أنه يمكن اجراء التعادل بنجاح شديد عند درجة حرارة ٥٧ °م وتعطى.

أ – زيت مكرر جيد جداً.

ب – أكثر حصيلة good yield

٤ – بعد ذلك يضخ الخليط الى جهاز الطرد المركزى الذى يقوم بفصله الى صنفان هما :–

أ – صنف ثقيل heavy phase

ويتكون من :

– صابون

– محلول الصودا الكاوية الزائدة

– المكونات الغير جلسريدية

ب – صنف خفيف Light phase **ويتكون من – الزيت المتعادل.**

٥ – يضخ الزيت المتعادل خلال سخان لرفع درجة حرارته الى ٨٢,٢ ° ثم تضاف اليه الكمية المضبوطة من الماء الساخن الى ٨٢ – ٨٧,٧ ° م وتكون فى العادة ١٥٪ ثم يمر الخليط داخل خلاط ساكن للحصول على أفضل خلط.

٦ – فى بعض الحالات قد يحتاج الزيت الى غسيل مرة ثانية وتجرى بعد ازالة ماء الغسلة الأولى وقبل اجراء التجفيف.

٧ – يمر الخليط (الماء والزيت) الى جهاز الطرد المركزى حيث يفصل الى صنفان هما :–

أ – صنف الماء .　　　ب – صنف الزيت المتعادل المغسول .

٨ – قبل تجفيف الزيت تحت التفريغ يفضل اضافة كمية صغيرة من محلول حمضى ضعيف مثل حمض الستريك لمعادلة القلوية الخفيفة

للـزيـت – أما اذا كـان الزيت سـوف يبيض باسـتخـدام تـراب تبييـض منـشط محمـض acid activated bleaching clay فإن حموضة التراب سوف تعادل القلوية.

٩ – يجفف الزيت المغسـول تحت التفريغ ثم يضخ الى التخزين أو لإجراء مراحل أخرى عليه.

١٠ – من المرغوب فيه تحديد نسبة الصابون بعد الغسيل بالماء وبعد التجفيف ويمكن اجرائه أثناء التشغيل لخفض مستوى الصابون قبل استكمال تشغيل الزيت فى عمليات لاحقة.

١١ – وقد ذكر اقتراح باتباع مايلى عند اجراء عملية التعادل باستخدام الطريقة المستمرة:

أ – أن يكون تركيز المحلول القلوى ١٦ – ١٨ بومى يضاف اليها :–

٠,١٢ – ٠,١٥ ٪ عند تكرير الزيت الخام

أو ٠,١٠ – ٠,١٢ ٪ عند تكرير الزيت منزوع الصموغ

ب – أن تكون درجة حرارة الزيت ٣٣°م (يجب أن يكون الزيت دافىء وليس ساخن)

جـ – مدة الخلط ٥ – ١٠ دقائق على الأقل (يجب أن يكون الخلط جيد)

د – ترفع درجة الحرارة الى ٧٥° م لفصل السوب استوك

هـ – يتم الفصل بالطرد المركزى.

درجة حرارة التكرير
Refining Temperature

فى العادة تجرى عملية تكرير الزيوت النباتية بالقلوى عند درجات حرارة مختلفة الا أن درجة الحرارة الغالبة هى ٧١°م وأن كانت بعض الزيوت تكرر عند درجة حرارة ٨٢°م.

وقد تم انتاج زيت عباد شمس جيد النوعية عند درجة حرارة ٤٣°م

وعندما يتم التكرير عند درجة حرارة عالية فإن ذلك يؤدى الى :-

أ - ازالة نسبة أكثر قليلاً من المواد الملونة.

ب - زيادة الفاقد فى الزيت المتعادل بسبب تصبن الزيت المتعادل اذا استخدمت كمية اضافية عالية من القلوى.

التكرير الطبيعي أو بالبخار

Physical or Steam Refining

الهدف من هذه الطريقة :-

١ - تخفيض نسبة الأحماض الدهنية الحرة بالزيت - وبسهولة بالغة يمكن باستخدامها ازالة الاحماض الدهنية الحرة قصيرة السلسلة مثل التى توجد فى زيت جوز الهند أو زيت النخيل وخفض نسبة الاحماض الدهنية المرتفعة فى الزيوت الى ٠,٠٢ - ٠,٠٣ ٪ بدلاً من الاعتماد على عملية نزع الرائحة فى ازالة الأحماض الدهنية الحرة.

وقد استخدمت هذه الطريقة فى أوروبا على الزيوت أو الدهون التى تحتوى على نسبة عالية من الأحماض الدهنية الحرة قصيرة السلسلة (صغيرة الوزن الجزيىء) وتخفيضها الى نسبة ٠,٠٥ - ٠,٠٨ ٪.

وبعدئذ يكرر الزيت بالصودا الكاوية ويبيض وتنزع رائحته بالبخار.

ويمكن أن تكون نسبة الزيت الفاقد تزيد بحوالى ١ ٪ عن نسبة الاحماض الدهنية الحرة الموجودة فى الزيت الأصلى - فعلى سبيل المثال - اذا كانت نسبة الأحماض الدهنية الحرة بالزيت هى ١,٢٥ ٪ فإن اجمالى نسبة الفاقد سوف تكون حوالى ٢,٢٥٪.

وعلى كل حال فانه يوجد ميل ضعيف للزيت نحو التحلل أثناء اجراء الطريقة والتى سوف تنتج المزيد من الاحماض الدهنية الحرة وبالتالى زيادة الفاقد.

٢ – استرجاع الاحماض الدهنية الحرة من نواتج التقطير.

٣ – نزع الرائحة التام للزيت.

ومن عيوبها مايلي :-

١ – هذه الطريقة محددة بنوع الزيت التى يمكن تكريرها . فهى تجرى فى المقام الأول على الزيوت منخفضة الوزن الجزيىء مثل :-

– زيت النخيل.

– زيت نوى النخيل .

– زيت جوز الهند.

– الدهون الحيوانية .

–الى حد ما – زيت فول الصويا.

٢ – يجب أن تكون الأجهزة مصنعة من الاستنلس استيل ٣١٦ بسبب الظروف الحمضية والتآكل عند درجات الحرارة العالية.

٣ – يجب نزع صموغ الزيت بالكامل وتبييضه قبل بدء التقطير وخاصة يجب أن تكون نسبة الفوسفور منخفضة للغاية أى تصل الى ٢٠ جزء فى المليون كحد أقصى وفى هذه الحالة نحصل على ازالة كاملة للفوسفاتيدات قبل نزع الرائحة.

٤ – عند تكرير زيت عباد الشمس باستخدام هذه الطريقة يجب نزع شمع dewax الزيت بعد التكرير بالبخار وربما بعدئذ تنزع رائحته مرة أخرى لانتاج زيت مقبول.

٥ – قد لاتكون هذه الطريقة ملائمة للزيوت التى تحتوى على نسبة عالية نسبياً من الشمع.

٦ – كمية تراب التبييض المستخدمة لنزع لون الزيت المكرر بهذه الطريقة تكون أكبر من كمية تراب التبييض المستخدمة لنزع لون الزيت المكرر كيميائياً أو بالقلوى.

٧ – هذه الطريقة ليست مقبولة فى جميع أحوال التكرير لأن بعض الأحماض الدهنية يقتم

لونها عند درجات الحرارة العالية وبعضها يثبت set عند درجات الحرارة العالية بدلاً من تبييضها.

٨ – كلما كان تركيز الاحماض الدهنية الحرة بالزيت منخفضة كلما كانت ازالتها بالتقطير أكثر صعوبة لذلك تجرى على الزيوت التى تحتوى على نسبة أكبر من ١٪ من الأحماض الدهنية الحرة بحيث أن اجراء عملية التكرير بالقلوى تكون غير اقتصادية.

٩ – لايمكن ادراك تلف الجلسريدات بالتسخين الطويل فى غياب الاكسجين – وعلى كل حال فانه من الممكن ازالة بعض التوكوفيرولات والمواد المرتبطة اذا تعرض الزيت للتقطير لفترة طويلة من الوقت عند تشغيل طريقة التقطير بنفس طريقة تشغيل جهاز نزع الرائحة وحيد الغرفة single shell deodorizer.

التكرير بالبخار

Steam Refining

مراحل التشغيل :

المرحلة الأولي : ينزع الهواء من الزيت عن طريق سحب الزيت من وعاء الاستقبال وضخه خلال فونيه nozzles مثبتة داخل خزان نزع الهواء deaerator tank الواقع تحت تفريغ.

المرحلة الثانية : يكرر الزيت عن طريق ضخ الزيت من وعاء نزع الهواء الى جهاز نزع الرائحة والتكرير refining deodorizer وتجرى هذه المرحلة عند:

أ- درجة حرارة ٢٥٠ - ٢٦٠°م.

ب - ضغط ٣ - ٥ زئبق.

جـ - بخار رش sparge steam ١ - ٣ ٪.

ثم يبرد الزيت الناتج الى درجة الحرارة المطلوبة.

المرحلة الثالثة : يصقل الزيت عن طريق ضخه خلال فلتر صقل polishing filter ثم الى وعاء تخزين لاجراء عمليات أخرى أو الى التخزين.

ملحوظة : ١ - اذا اضيف الى الزيت مضادات أكسدة فانه يجب اضافتها الى الزيت عند خروجه من فلتر الصقل.

٢ - يجب أن يتداول أو يخزن الزيت تحت غطاء من النتروجين بعد نزع رائحته.

التبييض

Bleaching

الوظيفة الاساسية primary function لعملية التبييض ليست على كل حال تبييض الزيت فقط ولكن وظيفتها تنقية الزيت أو الدهن لتحسين نوعيته وثباته عن طريق ازالة المواد التالية :-

١ - ازالة مركبات الأكسدة الأولية peroxides تماماً.

تراب التبييض له نشاط فى تحفيز تكسير البيروكسيدات الى منتجات الأكسدة الثانوية ثم يقوم بازالتها بواسطة ادمصاصها. وازالة هذه المركبات فى مرحلة التبييض هام للغاية لتأكيد النوعية العالية للزيت بعد نزع الرائحة وتقاس البيروكسيدات برقم البيروكسيد ويجب الحصول على رقم بيروكسيد = صفر.

واذا سخن الزيت الى درجة حرارة أعلى من ١٥٠° م فإن البيروكسيدات تتكسر حرارياً الى أنواع مختلفة من نواتج الأكسدة الثانوية وتقاس برقم الأنيسيدين Anisidine (وهو خاص بالألدهيدات) واذا وجدت بكميات معقولة فانها تساهم فى الرائحة والنكهة الملحوظة فى الزيت.

وبالرغم من أن البيروكسيدات تقل فى جهاز نزع الرائحة فانه من المهم للغاية أن يكون رقم البيروكسيد منخفض جداً قبل دخوله جهاز نزع الرائحة لأن الزيت المبيض المحتوى على رقم بيروكسيد أقل ينتج زيت منزوع الرائحة أقل فى رقم توتوكس Totox value (وهو يقيس نواتج الأكسدة الأولية والثانوية معاً).

رقم توتوكس = ٢ × رقم البيروكسد + رقم الأنيسيدين

٢ - ازالة مركبات الأكسدة الثانوية (وتقاس برقم الانيسيدين) والتى لايمكن ازالتها تحت

ظروف نزع الرائحة العادية.

وكلما زاد نشاط تراب التبييض زادت كفاءته فى خفض نواتج الأكسدة.

وكلما زادت كمية تراب التبييض كلما زاد امتصاص منتجات الأكسدة الثانوية وبالتالى يقل رقم الانيسيدين وبالتالى يقل رقم توتوكس Totox value.

٣ - ازالة المواد المنتجة للون (color producing substances (pigments والتى قد تكون ذائبة فى الزيت أو توجد على صورة جسيمات غروية الانتشار. ومن هذه المواد :-

أ - الكاروتينات (برتقالية اللون) :

ويمتص هذا الصبغ أثناء التبييض وما يتبقى منه فى الزيت فانه يقل أثناء الهدرجة ونزع الرائحة ويسمى بتأثير التبييض الحرارى heat bleach effect ويعتمد هذا التأثير على نوع الزيت المستخدم وهو أقل وضوحاً فى زيت النخيل وزيت فول الصويا.

ب - الكلوروفيل (أخضر اللون) :-

وهذا الصبغ يقاوم بشدة الازالة فى مراحل التكرير المتعاقبة، ولذلك يجب خفضة أثناء التبييض الى المستوى المطلوب - وعموماً فان تراب التبييض المحمض جيد لازالة الكلوروفيل وهو هام للغاية لأن الكاروتين المتبقى فى الزيت يمكنه اخفاء نسبة عالية من الكلوروفيل فى الزيت المبيض.

وعند انخفاض اللون الأحمر الى مستويات منخفضة أثناء الهدرجة أو التبييض الحرارى فان أى كمية من الكلوروفيل أعلى من ٥٠ - ١٠٠ جزء فى البليون (PPb) سوف تظهر فى المنتج النهائى وتكسبه لون أخضر أو رمادى مخضر.

٤ – **الفوسفاتيدات (وتقاس بجزء في المليون) :-**

ويمكن بعد التبييض الوصول الى ٣ –٥ جزء فى المليون وبذلك يصلح لنزع الرائحة أو التكرير الطبيعى – وتعتبر مرحلة التبييض هى الفرصة الأخيرة لازلة الفوسفوليبيدات الغير قابلة للتميؤ والتى تقاوم الازالة أثناء مراحل نزع الصموغ والتكرير بالقلوى. ويجب خفض نسبتها فى الزيت المبيض إلى أدنى مستوى يكفى بتخفيض التأثيرات السلبية له مثل :-

أ – تسمم العامل المساعد (حتى لو كانت نسبة الفوسفور ٤ جزء فى المليون).

ب – ارتداد النكهة (اذا زادت نسبة الفوسفور عن ٥ جزء فى المليون).

جـ – تعتيم لون الزيت الدائم بعد نزع الرائحة.

ولذلك تستغرق عملية الهدرجة زمناً أكبر وتحتاج كمية أكبر من العامل المساعد.

٥ – **الصابون** : وهى الآثار المتبقية فى الزيت بعد اجراء عملية التعادل والغسيل ووجود هذه الآثار فى الزيت تتسبب فى :-

أ – تسمم العامل المساعد catalyst - poison المستخدم فى عملية الهدرجة وتعوقها.

ب - يؤثر على ثبات ونكهة الزيت المنزوع الرائحة.

واذا كان تراب التبييض يزيل هذه الآثار من الصابون فانها تؤثر مباشرة على كفاءة ادمصاص تراب التبييض وعلى قدرتها على ازالة الشوائب الأخرى، لذلك يجب بذل أقصى جهد لازالة الصابون بعد مرحلة التعادل.

٦ – ازالة المركبات المعدنية metallic compounds أو المعادن الثقيلة والتى لاتزال بالتكرير خاصة الحديد والنحاس ويعملان كمواد مسرعة لأكسدة pro- oxidants الزيت حتى لو وجدت بنسب صغيرة وقد وجد أن للحديد تأثير سلبى على الزيت منزوع الرائحة حتى

لو وجد بنسبة ١ , ٠ جزء فى المليون مالم يضاف حمض الستريك لتثبيت الزيت.

ومن الجدير بالذكر أن هذه المعادن تقل بدرجة كبيرة فى مرحلة التبييض، ولذلك فان الزيت الذى يخضع للتبييض يظهر نكهة أفضل ومقاومة أكبر نحو الأكسدة وارتداد النكهة.

٧ – الأحماض الدهنية الحرة.

٨ – التوكوفيرولات :

وهى مضادات حيوية طبيعية موجودة بالزيت وبالرغم من أنه ليس من المرغوب فى ازالتها أثناء التبييض الا أنها تزال بدرجة أقل كثيراً من ازالة اللون ويجب الا يتجاوز انخفاضها رقم حرج معين.

مواد التبييض :–

تتم عملية التبييض العادية بادمصاص المواد الغير مرغوب فيها الموجودة بالزيت على اسطح مادة ادمصاص وأكثر المواد المستخدمة انتشاراً هى :–

١ – **تراب تبييض منشط بالحمض** Acid - activated bleaching earth

وتسمى بالتراب المحمض Acidic earth

والحمض المستخدم للتنشيط هو حمض الايدروكلوريك أو حمض الكبريتيك.

٢ – **تراب تبييض** Fuller's earth

أو الطفلة Clay

أو بنتونيت Bentonite

وتتكون اساساً من :–

أ – سليكات الومنيوم متمياة hydrated aluminum silica

ب – سليكاجيل silica gel

وأفضل هذه الأنواع هو التراب المنشط بالحمض والتى تسمى بالبنتونيت عديم الانتفاخ nonswelling bentonites المعالج بالأحماض المعدنية وهى غير fuller's earths.

يصنع تراب التبييض من مادة البنتونيت ويعالج بحمض الكبريتيك ثم يغسل بالماء لازالة الحمض الزائد ثم يجفف ويطحن.

٣ – **الكربون المنشط** : ويستخدم الى مدى محدود. ويضاف بنسبة ١٠ ٪ من وزن تراب التبييض. Activated carbon

الخواص التي تؤثر علي نوعية تراب التبييض :–

١ – الحموضة الكلية (الحموضة القابلة للمعايرة) TA* وهى حموضة التراب ويعبر عنها بعدد ملليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لمعادلة جرام واحد من التراب المستخلص بماء ساخن . ويحسب على التراب المذاب فى الماء .

٢ – تركيز أيون الايدروجين PH*

٣ – الرطوبة (درجة التجفيف) وهو عامل هام فى اختيار تراب التبييض ويجب الا تقل الرطوبة عن ١٠ ٪ والا تزيد عن ٢٣ ٪ واذا انخفضت عن ذلك انخفضت كفاءة التراب للتبييض.

٤ – كثافة الكتلة.

٥ – مساحة السطح الفعالة وتسمى بدرجة السحق أو حجم الحبيبات والتى يجب أن يكون حجمها مناسب لكل من :–

أ – سهولة الترشيح.

ب – كفاءة الادمصاص.

جـ – الفاقد فى الزيت.

وأفضل الحبيبات هى التى تمر خلال منخل تيلر ٢٠٠ عين Tyler 200- mesh screen.

كمية تراب التبييض :–

تتوقف كمية تراب التبييض المستخدمة على الازالة المطلوبة لكل من :–

أ – مركبات الأكسدة الأولية والثانوية.

ب – الكاروتينات والكلوروفيل.

جـ – الفوسفوليبيدات

د – الحديد

ويجب الاتزيد كمية تراب التبييض عن المقدار القليل أو المتوسط الذى يكفى للوصول الى المواصفات المطلوبة لأن استخدام الكمية الكبيرة بغرض زيادة تبييض الزيت الى مستويات أعلى يجعل الزيت بعد نزع رائحته أقل ثباتاً نحو الأكسدة بسبب خفضها الشديد للتوكوفيرولات.

ويمكن تحديد كمية تراب التبييض على أساس :–

أ – الحصول على بيروكسيد = صفر

ب – الانخفاض المطلوب فى اللــون

واذا كانت كمية الكلوروفيل الموجودة بالزيت هى المشكلة فان ازالتها تفضل عن الحصول على بيروكسيد = صفر ويجب أن تراقب كمية الكلوروفيل الموجودة بالزيت الخام بصفة مستمرة لأن الكلوروفيل يختفى من الزيت بصرياً بواسطة اللون الأحمر والأصفر

الموجودان بالزيت.

جـ - نوعية الزيت المراد تبييضه.

وفى العادة يضاف تراب التبييض الى الزيت بنسبة ١ - ٢ ٪ من وزن الزيت الخام (وقد تتراوح مابين ٣, ٠ - ٥, ٠ ٪ فى حالة الزيوت جيدة الاستخلاص والتكرير.

وقد اجريت عدة تجارب للمقارنة بين نوعان من تراب التبييض هما :-

أ - فلترول ٥٤

الحموضة الكلية = ١, ٧

PH = ٣, ٥

ب - فلترول ١٠٥

الحموضة الكلية = ٤, ٨

PH = ٣,-

وكانت ظروف التجارب كما يلي :-

١ - كمية تراب التبييض المستخدمة ٥, ٠ ٪

٢ - درجة حرارة التبييض ٨٢° م ثم رفعت الى ١٠٤° م

٣ - مدة التقليب ٢٠ دقيقة

٤ - تم الترشيح تحت الظروف الجوية

وقد سجلت النتائج كالتالى :-

ويدل رقم البيروكسيد على كفاءة تراب التبييض المستخدم ويحدد الكمية الواجب

رقم العينة	نوع تراب التبييض	رقم البيروكسيد	اللون – أحمر
١	فلترول ٥٤	١,٧	٣,٥
٢	فلترول ٥٤	١,٣	٣,٢
٣	فلترول ٥٤	١,٥	٣,٣
٤	فلترول ٥٤	–٠,٥	٣,١
١	فلترول ١٠٥	٠,٤	–٢ر
٢	فلترول ١٠٥	صفر	–٢ر
٣	فلترول ١٠٥	صفر	١,٨

استخدامها.

العوامل التي تؤثر علي عملية التبييض :–

١ – **الزمن** : وهو زمن التماس بين الزيت والمواد المبيضة.

– خلال ٥ دقائق الأولى يحدث الانخفاض السريع فى اللون.

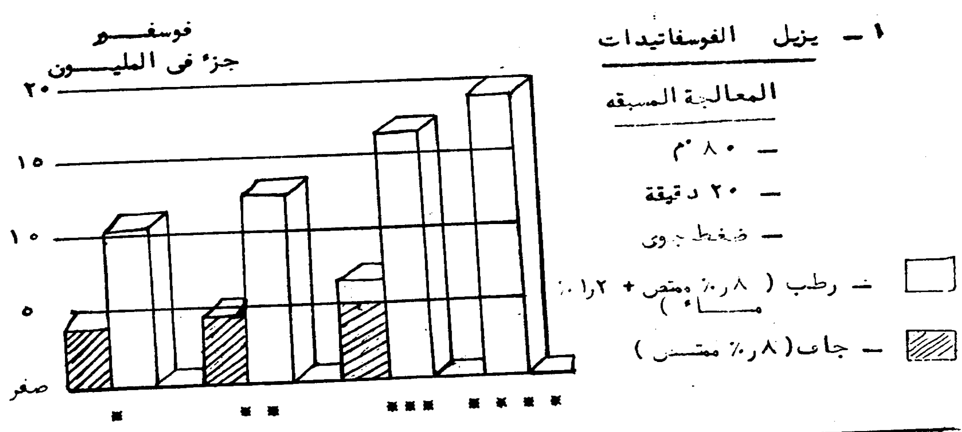
– ثم خلال ١٥ دقيقة الأولى يزال أكثر من ٩٥ ٪ من المواد الملونة.

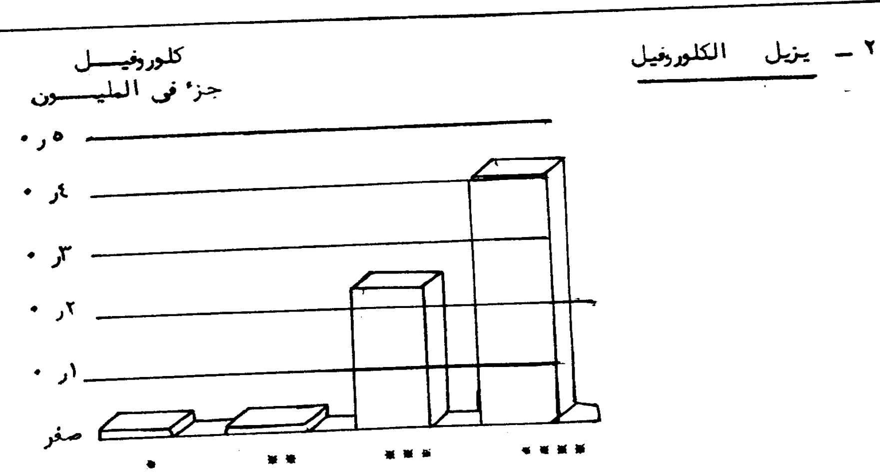
– وبعد ٣٠ دقيقة تكون الازالة فى اللون أقل مايمكن.

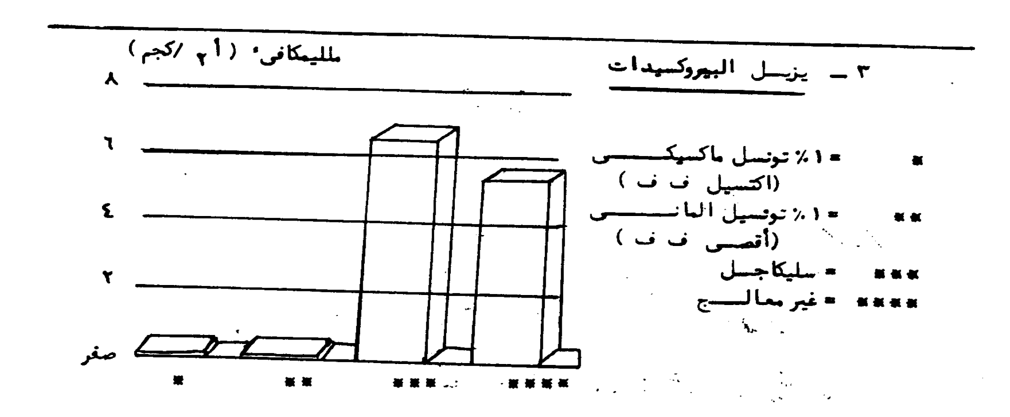
– واذا زادت مدة التبييض عن ٩٠ دقيقة يحدث تثبيت غير عكسى irreversible كبير gلون خاصة اذا تم التبييض فى وجود الهواء وعند درجات حرارة أعلى من ١٠٥°م.

تبييض زيت فول الصويـــا

التبييض " عند ٩٠ °م ولمدة ٣٠ دقيقة وضغط ٢٠ مم / ز "







ملليمكافئ (أ٢ /كجم)
٣ ــ يزيل البيروكسيدات
٨
٦
٤
٢
صفر
* = ١٪ تونسل ماكسيكــــــى (اكتسيل ف ف)
** = ١٪ تونسيل الماني (أقصى ف ف)
*** = سليكاجـل
**** = غير معالــج
*
**
***
****

٢ - درجات الحرارة - وهى درجة حرارة الزيت : -

- كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ازداد معدل نزع اللون.
- كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما انخفض الزمن اللازم للوصول الى أقل لون.
- كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما انخفض رقم البيروكسيد بالزيت.
- كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ازدادت كمية الأحماض الدهنية الحرة.

والجدول التالى يبين تأثير درجات الحرارة على تبييض زيت فول الصويا تحت التفريغ.

درجة الحرارة (°م)	اللـــون (أحمر)	كلوروفيـــل جزء فى البليون	أحماض دهنية حرة ٪	رقم البيروكسيد
٨٢°م	١٢,٤	١٨٢	٠,٠٤٣	٣,٢
١٠٥°م	١٠ر-	١١٦	٠,٠٤٠	٢,٧
١٥٠°م	٦,٢	٨٩	٠,٠٤٩	١ر-
الزيت الأصلى	١٧ر-	٧٢٠	٠,٠٣٨	٤,١

ومن الجدول يتضح مايلى :-

- مع ارتفاع درجة الحرارة من ٨٢ - ١٥٠°م ينخفض اللون والبيروكسيد.
- عند ارتفاع درجة الحرارة أعلى من ١٠٥° تزداد الاحماض الدهنية وتتضاعف عند درجة حرارة ١٦٥° م.

وللحصول على أقصى تبييض يجرى التبييض عند درجات حرارة قريبة من ٩٠ - ١١٠° م.

وللحصول على المواصفات المطلوبة للزيت مع حدوث أقل تغير فى المواصفات الأخرى

مثل ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الحرة يجب اختيار أقصى مدة زمنية وأقل درجات الحرارة لإجراء عملية التبييض.

٣ – نسبة المواد المبيضة وتتراوح مابين ٢ – ٦ ٪.

٤ – سرعة التقليب.

٥ – الرقم الحمضى للزيت.

٦ – كفاءة التفريغ.

ملاحظـات :-

١ – يمكن أن يزود وعاء التبييض بوسيلة لإضافة حمض الستريك الى الزيت قبل اضافة تراب التبييض لأن ذلك يساعد على ازالة آثار الفوسفاتيدات التى لم تزال فى المراحل السابقة.

٢ – سواء كان التبييض تحت الظروف الجوية أو تحت تفريغ فانه من الواجب اضافة تراب التبييض الى الزيت عند درجة حرارة أقل من درجة غليان الماء لأن اضافة التراب الى الزيت الساخن يسبب تطاير رطوبتها بسرعة فيحدث انهيار البناء الشبكى للتراب وبالتالى تقل كفاءة السطح للامتصاص قبل أن تؤدى وظيفتها– وبعد الخلط ترفع درجة الحرارة الى أعلى من درجة غليان الماء.

وبالرغم من أن أغلب النشرات اقترحت تجفيف زيت فول الصويا المكرر بالقلوى الا أن بعض المشتغلون يقومون باجراء عملية تبييض الزيت مباشرة بعد غسيل الزيت وبذلك يتجنبون خطوة التجفيف وحماية الطاقة .

وتساعد الرطوبة المتبقية فى الزيت على زيادة فاعلية حموضة تراب التبييض.

٣ – يجب أن يكون التقليب داخل وعاء التبييض يكفى للحصول على تماس جيد بين تراب التبييض والزيت بدون ادماج للهواء.

٤ – الزمن ليس هاماً كما هو الحال بالنسبة لدرجات الحرارة العالية وأن مدة ١٥ – ٢٠

دقيقة تكون كافية لسحب الرطوبة واتمام التفاعل.

٥ – اجراء عملية التبييض تحت التفريغ سواء بطريقة الوجبات أو الطريقة المستمرة يكون أكثر فاعلية عن التبييض فى الهواء الجوى للأسباب الآتية :–

أ – استخدام كمية أقل من تراب التبييض.

ب – التشغيل عند درجات حرارة أقل.

جـ – أدنى حد من الأكسدة بسبب تقليل تعريض الزيت للهواء.

د – الحصول على فرصة أفضل لتبريد الزيت قبل اعادة الزيت الى الظروف الجوية.

٦ – ظروف اجراء التبييض فى الظروف الجوية هى :–

أ – يضاف تراب التبييض الى الزيت المسخن الى درجة حرارة ٨٠°م.

ب – ترفع درجة الحرارة بسرعة الى ١٠٠ – ١١٠°م ويظل عند هذه الدرجة فترة من الزمن تكفى لسحب الرطوبة والحصول على أقصى فاعلية للتبييض ولا يوجد حاجة لرفع درجة الحرارة عن ذلك.

٧ – بالرغم من أنه من الأفضل عملياً تبييض الزيت تحت تفريغ، الا أن التبييض تحت الظروف الجوية يمكن أن يعطى زيوت مبيضة عالية الجودة.

٨ – يبرد الزيت قبل الترشيح الى درجة حرارة ٧٠ – ٨٠ °م.

٩ – الترشيح الجيد هام للغاية للازالة التامة لتراب التبييض من الزيت، لأن التراب المتخلف فى الزيت يعمل :

أ – كمادة مشجعة للأكسدة proxidant قوية جداً – كما أنه يشكل تيار كريه يفسد الزيت.

ب – يساعد على فساد الزيت عند مروره فى المبادلات الحرارية وخاصة عند درجات الحرارة العالية.

١٠ - ليس من المفيد عملياً تخزين أو شحن زيت فول الصويا المبيض لانخفاض ثباته.

١١ - من المعروف جيداً أن بعض الصناع من وقت لآخر يحاولون تعديل الزيوت عالية رقم البيروكسيد عن طريق اعادة نزع رائحتها فيحدث تكسير حرارى تام للبيروكسيدات، الا أن نواتج الأكسدة الأخرى تظل بالزيت وبالتالى فانه أثناء التخزين سوف يزداد معدل تكوين البيروكسيد فى الزيت وسوف يتضح ذلك فى ظهور النكهة

والأفضل من ذلك هو اعادة تبييض الزيت قبل اعادة نزع رائحته لأن ذلك سوف يمنع اعادة بناء البيروكسيدات فى الزيت المبيض قبل المعالجة الحرارية سواء عند نزع الرائحة أو أثناء الهدرجة.

توصيات يجب اتباعها عند اجراء التبييض :-

١ - حماية الزيت من الأكسدة والتلف الحرارى عن طريق :-

أ - التبييض عند أدنى درجة حرارة عملياً.

ب - التبييض فى وعاء تحت تفريغ أو تحت غطاء من النيتروجين.

جـ - لاتزيد مدة التبييض عن ٣٠ دقيقة.

٢ - ازالة الصابون من الزيت المتعادل بالصودا الكاوية الى أقل من ٥٠ جزء فى المليون قبل التبييض.

٣ - يضاف تراب التبييض الى الزيت البارد نسبياً عند درجة حرارة أقل من ٨٠°م ثم ترفع تدريجياً الى درجة الحرارة المطلوبة.

٤ - استخدام تراب التبييض الأكثر وفرة ونشاطاً وخاصة التى تتلاءم مع نوع الزيت.

٥ - اذا كان الزيت معالج بحمض الفوسفوريك. يجب ازالة كل آثار الحمض المتبقية بواسطة الغسيل أو التبييض قبل اخضاع الزيت الى عملية الهدرجة أو نزع الرائحة.

الفاقد في الزيت أثناء التبييض :-

١ - تراب التبييض المتعادل يمتص (٣٠ - ٣٥ ٪) ٣٣ ٪ من وزنه زيت خام

٢ - تراب التبييض المحمض يمتص ٥٠ ٪ من وزنه زيت خام

٣ - الفحم المنشط يمتص ٨٠ - ١٠٠ ٪ من وزنه زيت خام

وفى العادة تجرى عملية تبييض الزيت المكرر (المتعادل) باحدى الطريقتان التاليتان :-

١ - طريقة الوجبات batch method

٢ - الطريقة المستمرة continuously method

وبصرف النظر عن الطريقة المستخدمة فانه من الواجب اجراء التبييض تحت التفريغ.

الاختبارات التي تجري علي الزيت بعد التبييض :-

لايمكن الاعتماد على اجراء اختبار اللون الأحمر وحده بجهاز اللوفيبوند للحكم على نوعية وثبات الزيت والتى تعتمد على كفاءة الادمصاص - فقد أمكن تبييض زيت ردىء النوعية وأخر جيد النوعية الى درجة متساوية من اللون بالرغم من اختلاف رقم البيروكسيد لهما وهو ١٣,٣ و ٢,٩ بالترتيب.

وتحدث نفس الحقيقة فى الزيت منزوع الرائحة عند مقارنة نتائج مكونات الأكسدة والتى يعبر عنها برقم توتوكس Totox value والذى يحسب نواتج الأكسدة الأولية والثانوية معاً

رقم التوتوكس = ٢ × رقم البيروكسيد + رقم الانيسيدين

وبالرغم من أن درجات الحرارة العالية فى جهاز نزع الرائحة لها تاثير كبير فى خفض لون الزيت المبيض الناتج من الزيت ردىء النوعية، الا أنه لايجب الاعتماد على ذلك

فى حالة عدم كفاءة التبييض.

وقد ثبت أن اخضاع الزيت ردىء النوعية الى درجات حرارة عالية للحصول على لون مكافىء فان الزيت يصبح أقل ثباتاً أى تقل فترة التحضين.

مواصفات الزيت بعد التبييض :-

١ - رقم البيروكسيد = صفر

٢ - رقم الانيسيدين insidine number = ٢٣٠ ميكرون

٣ - رقم الامتصاص absorption value = ٢٧٠ ميكرون

٤ - الكلوروفيل أقل من ٥٠ جزء فى البليون

٥ - الفوسفور ١٠ جزء فى المليون حد أقصى

والأفضل أقل من ٥ جزء فى المليون

وذكرت بعض المراجع أنه اذا زادت نسبة الفوسفور المتبقى فى الزيت المكرر والمبيض عن ١ جزء فى المليون فانه يثبط deactivate النيكل المستخدم فى الهدرجة.

٦) الحديد ٠,١ جزء فى المليون حد أقصى.

٧) الاحماض الدهنية الحرة	٠,٠٥ - ٠,٣ ٪	فى الزيوت النباتية
	٠,٥ - ١,٠٠ ٪	فى الشحوم الحيوانية

التبييض بالوجبات

Batch Bleaching

التبييض بالادمصاص adorption bleaching

ان أكثر مواد الادمصاص شيوعاً هى تراب التبييض المنشط بالحمض ويضاف اليها أحياناً الكربون الأسود لازالة اللون الأحمر وخاصة الموجود فى زيت بذرة القطن، وفى العادة تجرى اضافة المسحوق مع كمية من الزيت لتكوين معلق منهما قبل اضافته الى وعاء التبييض.

الخطوات :-

١ - تضع كمية الزيت المتعادل الى وعاء التبييض المغلق المزود بـ -

أ - قلاب ذو ريشات

ب - ملفات بخار للتسخين

جـ - نظام تفريغ الهواء حتى لايتعرض الزيت للاكسدة عند ارتفاع درجة الحرارة وتؤدى الى تغير لون الزيت.

٢ - مع دوران القلاب يحضر التفريغ داخل وعاء التبييض بحيث يصل الى حوالى ٥٠ - ٧٥ مم تفريغ مطلق.

٣ - يسخن الزيت الى درجة حرارة ٧١ - ٧٧°م (تسخن بعض الزيوت الى ١٠٥ - ١١٠°م

٤ - يجب التأكد من جفاف الزيت قبل اضافة تراب التبييض حتى لايتميأ جزء من الزيت فى وجود الرطوبة ويتحول الى أحماض دهنية.

٥ - يسحب تراب التبييض (أحياناً مع الكربون) اللازمة داخل الزيت عن طريق ماسورة خاصة مغمور نهايتها الداخلية تحت مستوى الزيت بحوالى ٢٠ - ٣٠ سم لمنع انتشار

تراب التبييض فى فراغ وعاء التبيض وفقده عن طريق نظام التفريغ.

٦ – بعد اضافة كل كمية تراب التبييض يحافظ على كل من : –

أ – درجة حرارة التبييض .

ب – ضغط التفريغ

وذلك لمدة ساعة واحدة تقريبا للحصول على اللون المطلوب.

٧ – يبرد الزيت الى درجة حرارة ٥٠°م ثم يكسر التفريغ ثم يضخ خليط الزيت وتراب التبييض الى مرشح filter لفصل تراب التبييض ويعاد الجزء الأول من الزيت المنفصل أثناء الترشيح الى وعاء التبييض مرة أخرى حتى نحصل على لون الزيت المرغوب فيه، لأنه فى بداية الترشيح يتسرب جزء من تراب التبييض خلال قماش أو ورق الترشيح مما يؤدى الى تلوثه.

٨ – بعد الانتهاء من ترشيح الزيت يدفع داخل المرشح تيار :–

أ – من الهواء خلال المرشح.

ب – تيار من البخار الجاف تحت ضغط ١ – ٣ كجم / سم٢

جـ – هواء تحت ضغط ١ كجم / سم٢ لمدة ١٥ دقيقة.

وذلك لتجفيف تراب التبييض من الزيت المعلق به داخل طبقات المرشح

٩ – يضخ الزيت المبيض (منزوع اللون) الى التخزين أو الى اجراء عمليات أخرى عليه.

ملاحظات :–

١ – من المفضل تبريد الزيت الى درجة حرارة ٣٨° م قبل ضخه الى وعاء التخزين.

٢ – اذا ضخ الزيت وهو ساخن الى التخزين فقد يحدث مايلى :–

أ – يلتقط الرطوبة الموجودة فى وعاء التخزين الناتجة من التكثيف.

ب – يخضع الزيت لبعض الأكسدة عندما يتعرض للهواء وهو عند درجة حرارة ٧١°م لمدة طويلة.

٣ – وجود جسيمات غروية مثل كيس الجهر فى الزيت تساعد على عملية الترشيح.

التبييض ونزع الهواء من الشحم وزيت جوز الهند

« طريقة بروكتر آند جامبل »

م	البيان	الشحم أو الخليط	زيت جوز الهند
١	مدة نزع الهواء تحت التفريغ	٣٠ دقيقة (حد أدنى)	٢٠ دقيقة (حد أدنى)
٢	درجة حرارة التبييض	١٠٤ – ١١٦°م	١٠٧°م (حد أقصى)
٣	مدة التبييض بعد اضافة تراب التبييض	٣٠ دقيقة (حد أدنى)	٣٠ دقيقة (حد أدنى)
٤	كمية تراب التبييض المستخدمة	١,٥ ٪ (حد أقصى فى العادة)	١ ٪ (حد أقصى فى العادة)
٥	اللون باستخدام جهاز اللوفيبوند	المتوقع ١ أحمر حد أقصى ١,٥ أحمر	المتوقع ١ أحمر حد أقصى ١,٥ أحمر

زيت جوز الهند العالى الجودة يستخدم مباشرة فى التصنيع بدون اجراء عملية التبييض عليه ومواصفاته هى :-

أ – الأحماض الدهنية الحرة به ٢,٢ (حد أقصى)

ب – اللون ٠,٥ – أحمر (حد أقصى)

خطوات التبييض :-

١ - تضع كمية الدهون داخل وعاء التبييض Bleacher وتأكد أنها تغطى جميع ملفات التسخين بالبخار.

٢ - يبدأ التسخين لمدة تكفى لنزع الماء بالكامل لأن الدهن الرطب يرشح ببطء وقد يتسبب فى حدوث ضغط شديد داخل المرشح الضاغط filter press.

٣ - تضاف كمية تراب التبييض مع التقليب ويستمر التسخين عند درجة حرارة التبييض المدة اللازمة.

٤ - يرشح الخليط الدهنى وتعاد أول كمية مرشحة من الدهون الى وعاء التبييض مرة أخرى لتلوثها ببعض تراب التبييض المتسرب خلال طبقات المرشح فى البداية.

٥ - عندما يصبح لون الدهن جيداً ومناسب يحول الى وعاء التخزين، واذا أمكن يبرد الدهن قبل تخزينه، ويجب الا تزيد درجة حرارة زيت جوز الهند عن ٨٢°م قبل الترشيح.

٦ - بعد انتهاء الترشيح يدفع تيار من الهواء خلال طلمبة وخطوط المرشح ويرسل الدهن المطرود من المرشح الى وعاء التخزين.

٧ - يدفع تيار من البخار لكسح الزيت المتبقى بالمرشح ويحفظ الدهن الناتج داخل وعاء تنظيف المرشح press steaming tank ليفصل عنه الماء ويعاد الدهن الى وعاء التبييض.

ملاحظات :-

١ - التسخين الطويل لأى خط دهن فارغ يمكن أن يضر بنوعية الدهن لذلك يجب عدم ترك بخار الكسح مدة أطول من اللازم.

٢ - الدهن المرتاب فى تلوثه بالحديد (على سبيل المثال اذا ظل مدة غير عادية) يجب غسله بالحمض قبل التبييض ويستخدم لذلك حوالى ٠,٢٥ ٪ من حمض الارثوفوسفوريك H_3PO_4 ويقلب لمدة ١٠ - ٣٠ دقيقة ثم يرشح.

تبييض الشحم وزيت جوز الهند

« طريقة يونيليفرل »

الخطوات :-

١ - يضخ خليط الدهون داخل وعاء التبييض.

٢ - مع التقليب يجب الا يقل التفريغ داخل الوعاء عن ٦٥٠ مم/ز.

٣ - يجب الا تزيد درجة حرارة الخليط الدهنى عن ٨٥ - ٩٠°م.

٤ - بعد التأكد من تجفيف الخليط الدهنى تسحب كمية تراب التبييض والتى لاتزيد فى العادة عن ٣ ٪ من نوع fulmont الى داخل وعاء التبييض.

٥ - بعد مدة لاتزيد عن ٢٠ دقيقة من الخلط تخفض درجة حرارة الخليط الى ٦٠ - ٧٠°م.

٦ - يضخ الخليط الى المرشح الضاغط لترشيحه ويتبع نفس خطوات الترشيح السابقة.

« اختبار لون الشحم المتصبن »

الطريقة الأولي :-

الخـــطـــوات :-

١ - يوزن ١٠٠ جم من الشحم داخل دورق زجاجى محكم الغلق ومقاوم للحرارة.

٢ - يسـخن الى درجة حـرارة ٨٠° م ثم يضـاف ٢ جم من تراب التـبييض بالاضـافـة الى ٠,٢ جم من مساعد الترشيح filter aid اذا أمكن.

٣ - يقلب باستمرار لمدة ١٠ دقائق عند درجة حرارة ٨٠ - ٩٠°م.

٤ - يرشح الدهن وتستبعد القطرات القليلة الأولى من الرشيح.

٥ - فى دورق سعته ١٠٠ ملليلتر يوزن ٨ جم من الدهن المبيض. ويضاف اليها ٤٥ جم من محلول البوتاسا الكاوية الكحولية ١ عيارى.

٦ - يغلى المخلوط على حمام مائى مع استخدام مكثف راد، ويستمر الغليان مع التقليب لمدة ١٠ دقائق.

٧ - يقرأ لون هذا المحلول باستخدام مقياس لوفيبوند (خلية ٥,٢٥ بوصة).

٨ - تجرى عينة لالونية blank sample باستخدام محلول بوتاسا كاوية بدون دهن، وتطرح قراءات اللوفيبوند للعينة اللالونية من عينة الاختبار.

٩ - بالنسبة للدهون المبيضة الجيدة اللون تكون قراءات اللوفيبوند الصحيحة المتوقعة هى :

١٢ - ١٥ أصفر

١,٥ أحمر (حد أقصى).

* **الطريقة الثانية :-**

الخطوات :-

١ - يوزن ٥٠ جم من الدهن المبيض.

٢ - يضاف اليها ٥٠ سم٣ كحول نقى.

٣ - يضاف اليهما ٢٠ سم٣ محلول مكون من :-

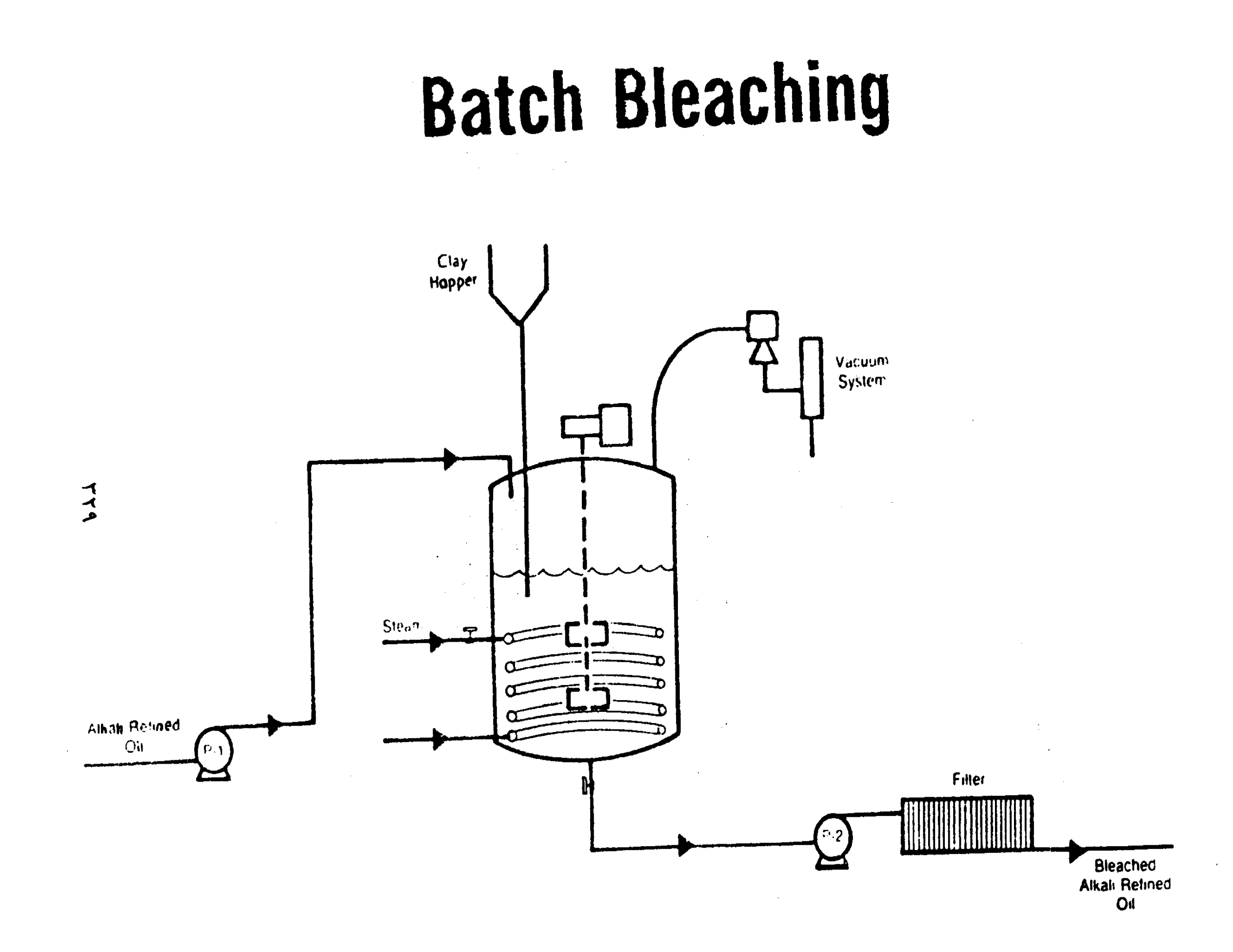
أ - ٥٠ ٪ ايدروكسيد البوتاسوم

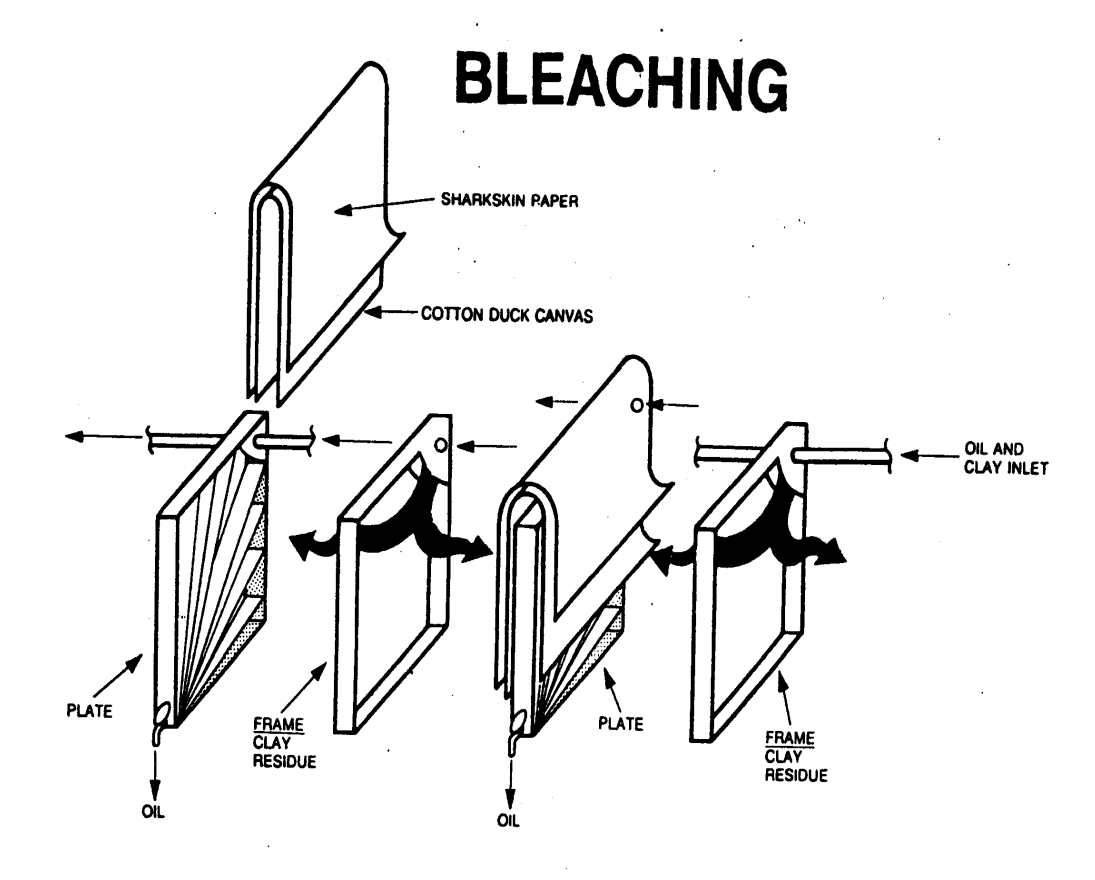
ب - ٥٠ ٪ كحول

٤ - يصبن الخليط السابق داخل دورق مزود بمكثف راد.

٥ - يقاس لون الخليط المتصبن المتكون باستخدام جهاز اللوفيبوند ٥,٢٥ بوصه ويجب الا يزيد اللون عن ٣ أحمر.

Batch Bleaching




BLEACHING
SHARKSKIN PAPER
COTTON DUCK CANVAS
OIL AND
CLAY INLET
PLATE
FRAME
CLAY
RESIDUE
OIL
PLATE
FRAME
CLAY
RESIDUE
OIL

اختبار هروب الفاكيــوم (التفريغ)

هذا الاختبار دليل هام لمعرفة كفاءة التفريغ ويجب اجرائه شهريا ..

الخـطـوات :-

١ - يجرى تشغيل وسائل تحضير التفريغ من طلمبات أو مجموعة الباروميتريك للوصول الى التفريغ الواجب الوصول اليه فى وعاء التبييض قبل اجراء عملية التبييض.

٢ - بعد وصول التفريغ الى الوضع المناسب تغلق تماماً جميع محابس البخار والماء والمحابس الموصلة الى طلمبات التفريغ مع وقف طلمبات التفريغ بهدف عزل وعاء التبييض عن خطوط التفريغ.

٣ - يراقب معدل انخفاض (هروب) الفاكيوم كل ساعة فاذا كان :-

أ - معدل الانخفاض ٢٥ مم / ساعة (كان مناسباً)

ب - معدل الانخفاض ٥٠ مم / ساعة (حد أقصى)

جـ - معدل الانخفاض أكثر من ٥٠ مم / سعة (غير مناسب)

ويجب البحث عن أسباب سرعة هروب الفاكيوم لاصلاحه.

طريقة التبييض المستمرة

Continuous Bleaching

تستخدم عدة طرق للتبييض المستمرة ومن المرغوب فيه أن تتم تحت التفريغ – وبصرف النظر عن الطريقة المستخدمة فانه من الواجب أن تكون سعة وعاء التبييض تكفى لبقاء عملية التبييض مدة لاتقل عن ساعة.

الخطوات :-

١ – يضخ الزيت الى وعاء لتجفيفه تحت التفريغ Vacuum dryer

٢ – بعد تجفيف الزيت يضخ الى وعاء العوالق الصلبة Slurry tank حيث تضاف اليه الكمية اللازمة من تراب التبييض وأبسط الطرق المتبعة تحدث باستخدام جهاز ناقل بريمى يقوم باضافة الكمية المطلوبة من تراب التبييض محسوبة على أساس معدل وزن الزيت فى الساعة.

وعاء العوالق الصلبة مزود بـ :

أ – قلاب.

ب – جهاز ضبط مستوى الزيت داخل وعاء العوالق الصلبة.

٣ – يضخ خليط الزيت وتراب التبييض الى وعاء التبييض تحت تفريغ وسعته تسمح ببقاء الزيت وتراب التبييض لمدة ساعة وهو مزود بـ :

أ – قلاب للمحافظة على استمرار تماس تراب التبييض مع الزيت.

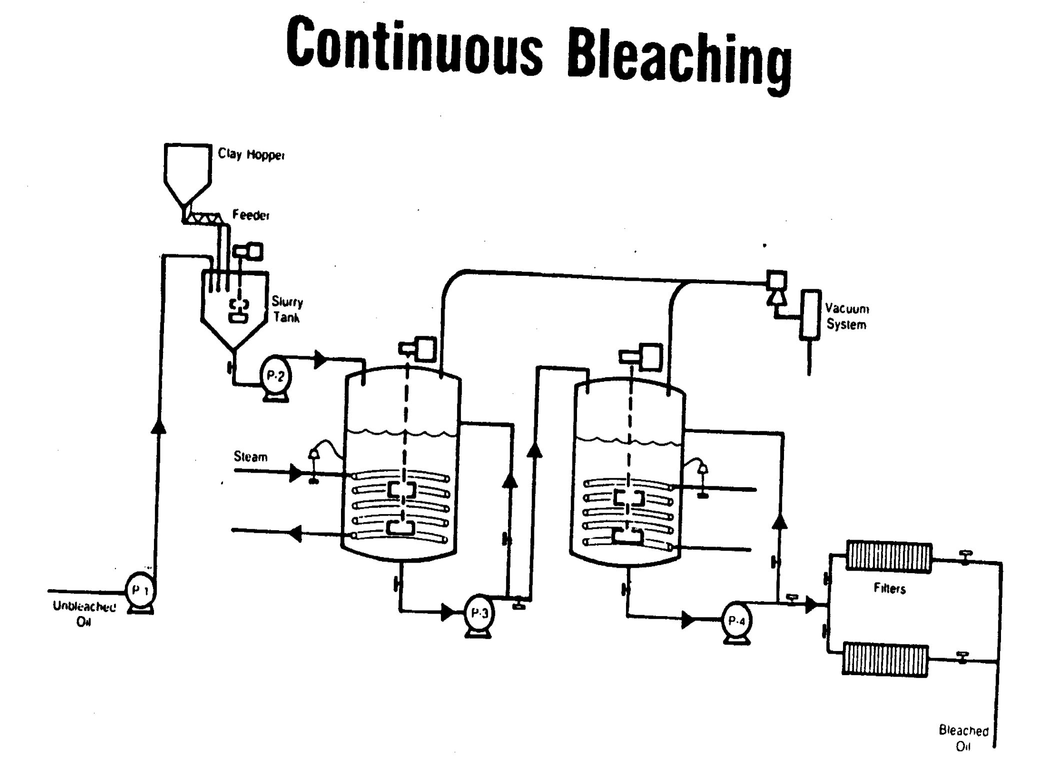
ب – ملفات تسخين للمحافظة على درجة الحرارة ثابتة.

جـ – ضابط للمستوى Level control للمحافظة على المستوى المطلوب.

٤ – من هذا الوعاء يضخ خليط الزيت وتراب التبييض بمعدل منتظم خلال مرشح ضاغط filter press لازلة تراب التبييض عن الزيت.

٥ - اذا كان الزيت سوف يخزن فانه من الواجب تبريده بواسطة مبدل حرارى قبل ضخه الى وعاء التخزين ويمكن استخدام هذا المبدل لتسخين الزيت الداخل الى وعاء الطين لرفع درجة حرارته.

Continuous Bleaching



طرق التبييض المختلفة التي تستخدم لتبييض الزيون والدهون المستخدمة في الأغراض الصناعية(الغير غذائية) مثل صناعة الصابون

أ – التبييض بالادمصاص Adsorption bleaching

سبق التحدث عنها بالتفصيل

ب – التبييض بتراب التبييض في وجود حمض الكبريتيك :

وبواسطة هذا المزيج يتم تبييض النوعيات المنخفضة من الشحوم الحيوانية وشحوم الضأن وزيوت السمك وزيت النخيل.

الخطوات :–

١ – يضاف ١ ٪ من حمض الكبريتيك قبل اضافة تراب التبييض.

٢ – ترفع درجة حرارة الزيت الى حوالى ١٢٠ – ١٥٠ °م.

٣ – يقلب الخليط فترة من الزمن.

٤ – يبرد الخليط الى درجة حرارة ٨٠°م.

٥ – يتم الترشيح كما سبق.

جـ – التبييض بالهواء :

يسخن زيت البلح الى حوالى ١٠٠ ° م فى وعاء مسخن بقميص من البخار ومثبت فى أرضية الوعاء ملف من المواسير يدفع فيه تيار الهواء باستمرار خلال الزيت. وفترة التبييض تصل مابين ٤ – ٨ ساعة.

د – التبييض الكيميائي :

باستخدام كلوريت الصوديوم Sodium chlorite

وتتم كالآتى :-

١ - يخلط الدهن مع ١ ٪ من وزنه حمض الكبريتيك (نسبة تركيزه ١ : ١ ماء)

٢ - يضاف محلول مائى لكلوريت الصوديوم (١٠٪) وتختلف كمية الكلوريت حسب لون الدهن وتتراوح مابين ١ , ٠ الى ١٪ من وزن الدهن.

٣ - يقلب الجميع تقليباً مناسباً مع التسخين الى حوالى ١٠٠°م ويحصل على أقصى تبييض عند الرقم الايدروجينى (PH) = ٤ . ويستغرق التبييض فترة ١٥ - ٢٠ دقيقة عند الحرارة العالية.

٤ - يغسل الدهن ويجفف.

تسمى هذه الطريقة أحياناً بطريقة التنشيط بالحمض. لأن الحمض يؤثر على كلوريت الصوديوم فينطلق أكسيد الكلور كما يلى :-

$$5\ NaClO_2 + 2\ H_2SO_4 \rightarrow 4\ ClO_2 + 2\ Na_2SO_4 + NaCl + 2\ H_2O$$

وقد عدلت هذه الطريقة كالتالى :

الطريقة المعدلة الأولي هي ، طريقة تنشيط الكلور ، :

١ - يسخن الدهن الى ١٠٠°م فى وعاء مغلق ومزود بقلاب وللوعاء غطاء يسحب الابخرة المتصاعدة للخارج.

٢ - أثناء تسخين الدهن تضاف كمية من الماء (حوالى ١٠ ٪ من وزن الدهن) الى الوعاء ويمرر غاز الكلور ليذوب الماء.

٣ - أخيراً يضاف الكلوريت فى شكل محلول مائى ويقلب الخليط حتى يحصل على أقصى نزع للون.

وتأثير الكلور على الكلوريت توضحه المعادلة التالية :

$$2\,NaClO_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,ClO_2 + 2\,NaCl$$

٤ – يغسل الزيت ويجفف تحت التفريغ.

الطريقة المعدلة الثانية هي ، طريقة كلوريد القصديروز ، كعامل منشط :

١ – تؤخذ كميتان متساويتان من الدهن المراد تبييضه ومن الماء ويسخنان الى حوالى ٨٠°م.

٢ – تضاف الكمية المطلوبة من كلوريت الصوديوم فى شكل محلول مائى ٢٠٪ ثم يليها كلوريد القصديروز (كمية تساوى نصف وزن الكلوريت المضاف).

٣ – يجرى التقليب والتسخين حتى تصل الحرارة الى ٨٠°م.

٤ – تكرر هذه العملية حتى نحصل على أقصى تبييض.

٥ – يغسل الزيت بالماء ثم يجفف.

وقد وجد أن هذه الطريقة مناسبة التطبيق على أحماض الزيوت قاتمة اللون وخاصة « سوب استوك » زيت بذرة القطن والزيوت الحمضية .

هـ – طريقة سوليكسول Solexol process

تعتمد هذه الطريقة على قوة الاذابة الاختيارية لسائل البروبان. وخلافا لما هو متوقع فان الشحم الحيوانى المذاب فى سائل البروبان تنخفض ذوبانيته مع ارتفاع درجة الحرارة. فعند درجة ٤٩°م يكون الشحم الحيوانى والبروبان السائل ممتزجان تماماً. ومع الارتفاع التدريجى للحرارة حتى تصل ما بين ٦٦°م – ٧٧°م تترسب كل الشوائب المكونة لاغلب الاجسام الملونة، وعند درجة ٨٢°م يصبح كل الشحم غالباً غير ذائب.

ويحصل على غاز البروبان عند تكرير البترول الخام ثم يسال تحت ضغط ٢٧٠ باوند / بوصة٢

وتتم الطريقة بتسخين البروبان السائل والشحم الحيوانى حتى درجة ٤٩° وبنسبة (١٧-١) بالحجم ويضخان فى برج ارتفاعه ٤٠/ وقطره ٦/ ويحافظ على بقاء الضغط داخل البرج على ٤٦٥ باوند / بوصة٢ مع ارتفاع درجة الحرارة تدريجياً وأفضل مدى درجة حرارة لنزع اللون حتى ٦٦ °م - ٧٧ °م.

وتسقط معظم المواد الملونة الى القاع مع ارتفاع درجة الحرارة ثم يسحب الشحم المنزوع اللون من القمة وهى طريقة مستمرة ومجهزة بمعدات مثل :-

١ - اسطوانات الرش الدقيق flash drums
٢ - اجهزة فصل بالطرد المركزى separators
٣ - أجهزة نزع الاجزاء الخفيفة strippers
٤ - طلمبات ضغط الهواء compressors

لفصل الشحم عن البروبان واستعادته وقدرة الوحدة عن ٢٠,٠٠٠ رطل فى اليوم والناتج يكون ٩٨٪ من الدهن الخام.

و - التبييض بالكروم :-

وفى هذه الطريقة يتم التبييض بواسطة اكسجين حديث التولد. ينتج من تأثير حمض الكبريتيك أو الايدروكلوريك على داى كرومات الصوديوم فى وجود الزيت المراد تبييضه. وتطبق هذه الطريقة على زيت النخيل والدهون قاتمة اللون الأخرى.

وتسخن الدهون بالبخار المباشر فى وعاء مبطن بالرصاص الى حوالى ٥٠°م ثم يدفع محلول مركز من داى كرومات الصوديوم يليه حمض الايدروكلوريك أو الكبريتيك. وتقلب المحتويات بواسطة الهواء فيتحول المخلوط الى اللون الأخضر المتسخ. وعند انتهاء التبييض تترك المحتويات للراحة ثم تسحب الطبقة السفلى من المحلول المائى وتغسل الطبقة الزيتية عدة مرات بالماء الدافىء وأخيرا تجفف .

نزع الشموع Dewaxing

مقدمة :

عندما تتعرض الزيوت النباتية الغذائية الى درجات حرارة منخفضة كما يحدث فى فصل الشتاء Winter ومن ثم جاء مصطلح التشتية winterization أو عند وضعه فى ثلاجة refrigerator فان الشموع وبعض الجلسريدات الثلاثية الصلبة الموجودة به مثل الاستيارين تتبلور وتتصلب وتتسبب فى تغبشه clouding مما يستلزم ازالتها منه

وتسمى عملية تبريد الزيوت النباتية الغذائية صناعياً لبلورة crystallization وتصلب المواد المسببة للتغبش وفصلها عن الزيت بعملية التجزئة.

التجزئة الجافة Dry Fractionation

وتستخدم باستمرار لوصف عملية التجزئة مثل :

أ – التشتيـــــة	Wnterization
ب – نزع الشموع	Dewaxing
جـ – الكبـــس	Pressing

التشتيـــــة Winterization

هى عملية تبريد الزيوت النباتية الغذائية الى درجة حرارة الشتاء حيث تتبلور فيها كمية صغيرة من المواد الصلبة وتزال عنه بالترشيح لتجنب تغبشه فيما بعد. وتجرى هذه العملية على زيت بذرة القطن وزيت فول الصويا المهدرج جزئياً.

نزع الشموع : Dewaxing

وهى طريقة مشابهة للتشتية. ويمكن الاستفادة منها فى ترويق clarify الزيوت المحتوية على كميات قلية من المكونات المسببة للتغبش.

الكبـــس Pressing

وتستـخدم لفصل الزيت السـائل عن الدهن الصلب وتعتمد على عصر squeeze أو كبس press الزيت السائل عن الدهن الصلب بواسطة الضغط الهيدروليكى.

التجزئة في وجود المذيب Solvent Fractionation

هى عملية تبريد الزيت المذاب فى مذيب مناسب حيث يتبلور الجزء المطلوب عن خليط الجلسريدات الثلاثية. وتتبلور الاجزاء fractions اختيارياً عند درجات حـرارة مـختلفة ثم تفصل ويزال المذيب.

نزع الشموع Dewaxing

الغرض من هذه العملية هو ازالة النوع الشمعى للمكونات الغير زيتية والتي لاتزال بواسطة عملية نزع الصموغ أو عملية التكرير بالقلوى.

وتوجد عدة طرق يمكن استخدامها لنزع الشموع من الزيت مثل :

أ – طريقة الوجبات.

ب – الطرق المستمرة المختلفة.

نزع الشموع بطريقة الوجبات

وهى طريقة بسيطة نسبياً وتتكون من :–

١ – وعاء التبريد cooling tank

ويفـضل أن يكون من النوع الرأسى بدلاً من النوع الافـقى والوعـاء ذو حـجم مـعين وجيد العزل ومزود بوسيلة لتقليب الزيت، ويفضل استـخدام قلاب ميكانيكى بطىء السرعة نسبياً وبحيث أن تكون كافية لـ :

أ – اكساب الزيت حركة بطيئة أثناء مروره بين ملفات التبريد.

ب – منع الشمع من الترسيب عن الزيت.

ويمكن استخدام طلمبة تقوم بتدوير الزيت من قاع طبقة الزيت الى قمتها داخل الوعاء.

ولايوصى تحت أى ظرف استخدام الهواء فى تقليب الزيت لأنه سوف يقلل الانتقال الحرارى مسبباً زيادة فى زمن التشغيل بالاضافة الى زيادة رقم البيروكسيدللزيت.

جـ – عدد كبير من الملفات صغيرة القطر نسبياً لكى تعطى أكبر مساحة سطح للتبريد.

ويمكن استخدام وسائل تبريد مختلفة مثل :–

– نظام تمدد الأمونيا.

– نظام الجليكول والماء المبرد

ومهما كان نوع التبريد المستخدم، يجب ترك الزيت فى الوعاء الجارى تبريده حتى تصل درجة حرارة الزيت الى المستوى المطلوب لانتاج زيت مقنع بعد الترشيح.

ويجب أن يكون مستوى الزيت داخل وعاء التبريد مرتفع بقدر يكفى بتغطية ملفات التبريد أو تغطية قميص Jacket التبريد اذا كان الوعاء يبرد باستخدام قميص للتبريد وذلك لمنع تكثيف الرطوبة فى الوعاء أثناء التبريد

وقد يكون من الضرورى تبريد الزيت الى درجة حرارة الصفر اذا كان الزيت المنزوع الرائحة النهائى سوف يخزن داخل ثلاجة فى السوق أو عند العميل.

واذا لم يكن من الضرورى الوصول الى هذه الدرجة المنخفضة من الحرارة فانه يبرد الى درجة الحرارة التى يرغب اجراء اختبار التبريد على الزيت المرشح عندها.

٢ - وعاء تغذية المرشح filter feed tank

بعد التبريد يضخ الزيت المبرد داخل وعاء تغذية المرشح وهذا الوعاء مزود بـ :

أ - قلاب بطيء السرعة.

ب - وسيلة لاضافة مادة تسمى « مساعد الترشيح filter aid » ، وتضاف هذه المادة بنسبة ٢٥ , ٠ - ٥ , ٠ من وزن الزيت.

وعندما يختلط مساعد الترشيح تماما مع الزيت يضخ الخليط الى فلتر للترشيح وتوجد أنواع مختلفة من المرشحات - وعلى أساس البساطة يوصى باستخدام مرشح ضاغط « الواح - واطارات » Plate and frame filter press وتغطى الواحة بثلاثة أنواع من الأغطية هى :

أ - قماش فانلة flannel

ب - قماش موسلين (قماش قطن رقيق) muslin

جـ - ورق شركسكين sharkskin type paper

وتستخدم هذه الأغطية لتجميع الشموع ومساعد الترشيح - ويستخدم الورق لمنع انسداد مسام الألياف ولاتضطر الى اعادة تغطية الفلتر مرة أخرى.

وبعد انتهاء الترشيح يدفع داخل المرشح هواء مضغوط أو نيتروجين لازالة أكبر قدر ممكن من الزيت ثم ينظف المرشح وتزال الشموع مع مساعد الترشيح الموجودة على الورق مع الورق. ومن الضرورى استبدال الورق ليكون المرشح جاهز للاستخدام مرة أخرى.

واذا لم يتاح قماش الفانلة والموسلين والورق يمكن استخدام تغطية مسبقة من مساعد الترشيح لحماية قماش الترشيح من الانسداد بالشموع. ويتم ذلك باضافة كمية كافية من مساعد الترشيح الى زيت نظيف منزوع الشموع ويقلب الخليط حتى ينتشر مساعد الترشيح جيداً ثم يدور circulated هذا الخليط خلال المرشح باستخدام طلمبة عالية القدرة لترسيب طبقة رقيقة من مساعد الترشيح على القماش - ويجب أن يكون سمك الطبقة من ٣

– ٦ مم وبعد تكون هذه الطبقة من مساعد الترشيح. يبدأ فى ترشيح الزيت لازالة الشموع مع مساعد الترشيح عن الزيت.

بعد ذلك يضخ الزيت المنزوع الشموع للتخزين أو لاجراء مراحل تشغيل أخرى عليه.

ملحوظة :

١ – يمكن الحصول على أفضل نتيجة لاختبار التبريد cold test عن طريق :

أ – خفض درجة حرارة تبلور الزيت الى صفر°م

ب – الترشيح الجيد للزيت المكرر

٢ – يتم اجراء اختبار التبريد cold test كما يلى :–

أ – تبريد الزيت الى درجة حرارة الصفر ولمدة ٤٨ ساعة

ب – تبريد الزيت الى درجة حرارة ٤,٥°م ولمدة ١٢٠ ساعة

٣ – يجب تبريد الزيت الى درجة الحرارة المطلوبة ولمدة من الزمن تكفى لـ :

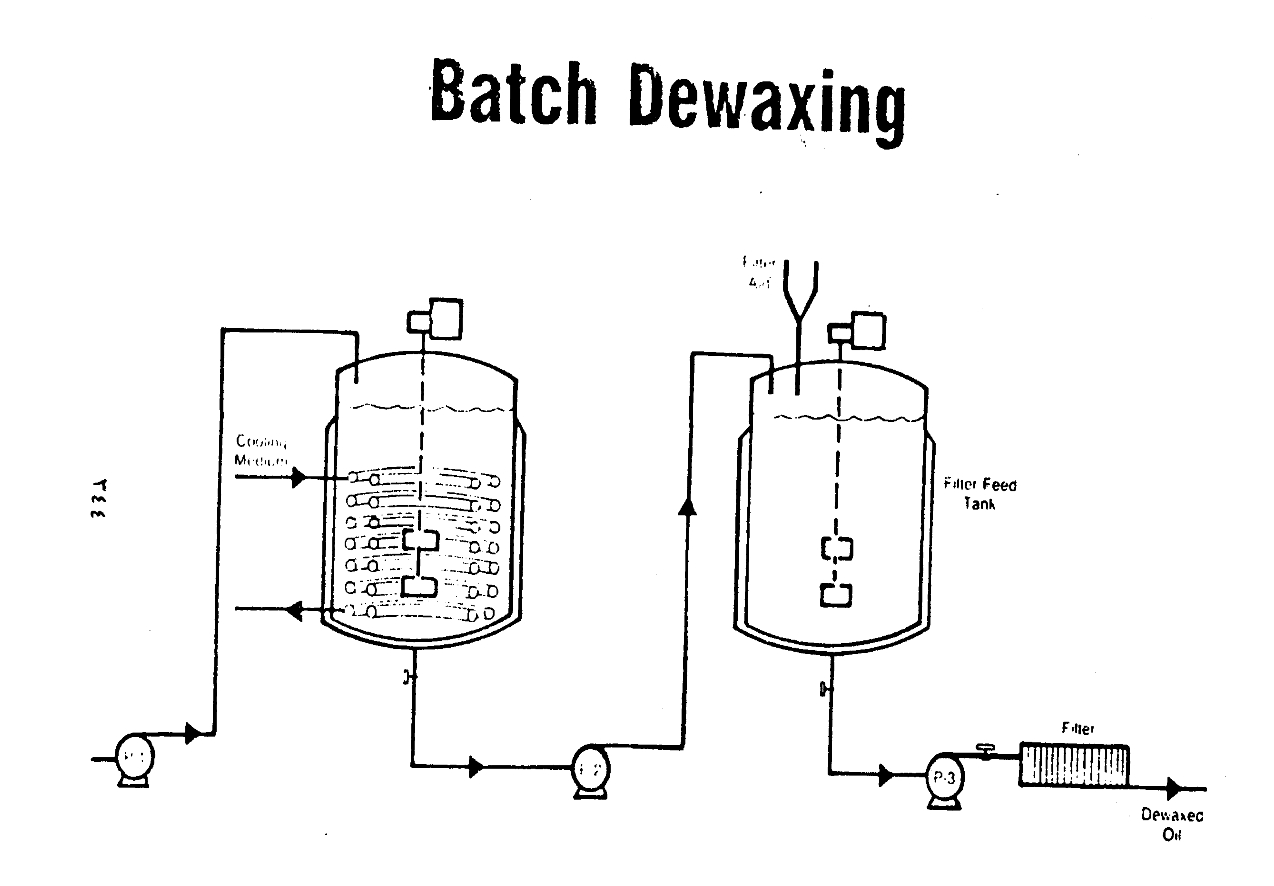
أ – نمو أفضل للبلورات

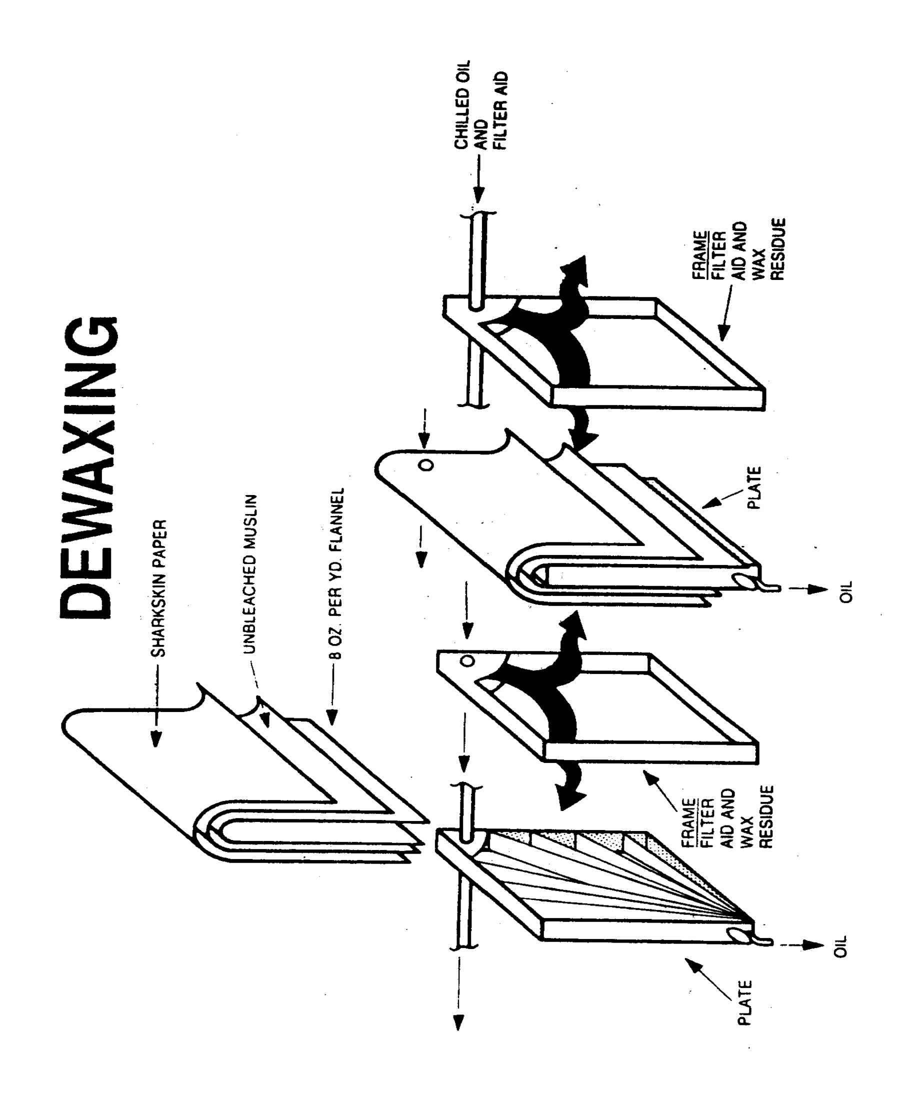
ب – تجميع اسهل للمواد الشمعية.

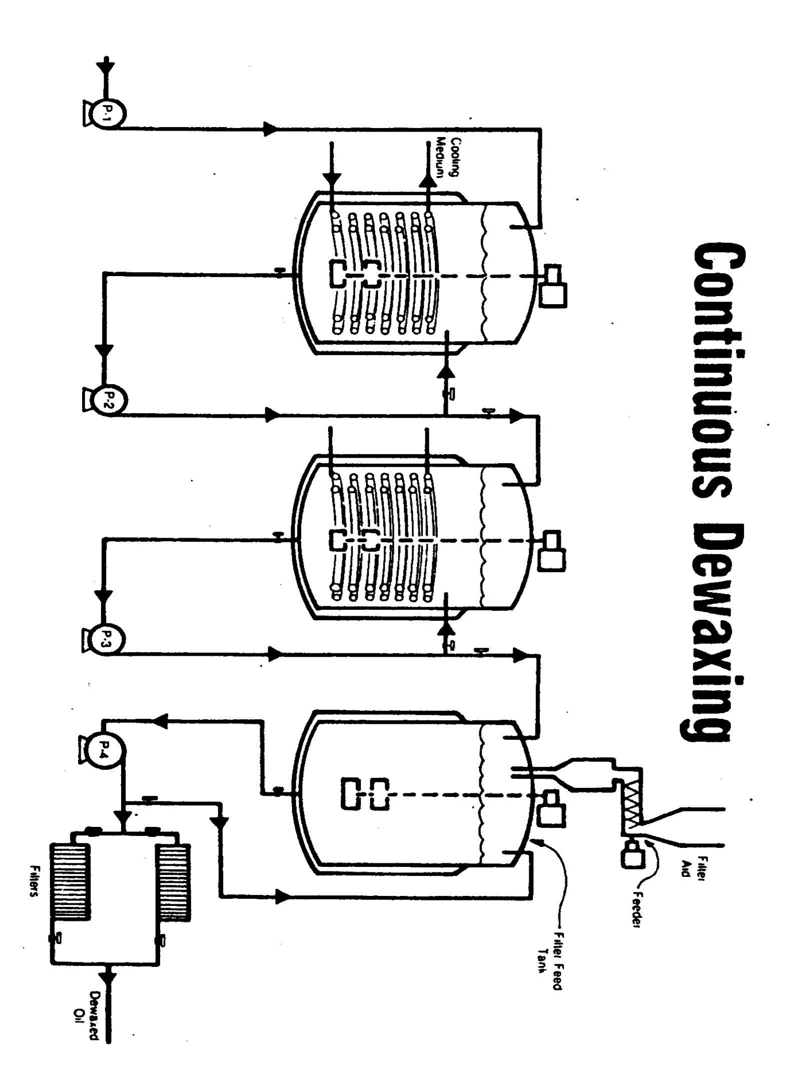
جـ – ترشيح أسهل

٤ – يجب أن تكون فترة استبقاء الزيت حوالى ساعة قبل الترشيح.

Batch Dewaxing




DEWAXING
SHARKSKIN PAPER
UNBLEACHED MUSLIN
8 OZ. PER YD. FLANNEL
CHILLED OIL
AND
FILTER AID
FRAME
FILTER
AID AND
WAX
RESIDUE
PLATE
OIL
FRAME
FILTER
AID AND
WAX
RESIDUE
PLATE
OIL


Continuous Dewaxing
P-1
Cooling Medium
P-2
P-3
P-4
Filter Aid
Feeder
Filter Feed Tank
Filters
Dewaxed Oil

CONTINUOUS DEWAXING
(USING A CENTRIFUGE)

نزع الشموع أثناء التكرير

كتبت عدة مقالات عن نزع الشموع خلال عملية التكرير بالقلوى اقترح فيها المؤلفون اضافة مواد خافضة للتوتر السطحى surfactant لتحسين عملية نزع الشموع وخطوات هذه الطريقة كما يلى :-

١ - يكرر الزيت بالقلوى كالمعتاد ثم يفصل السوب استوك عنه سواء باستخدام جهاز الطرد المركزى الأول أو جهاز فصل السوب استوك.

٢ - يضخ الزيت بعد ذلك خلال مبدل حرارى ثم الى وعاء التبلور crystallization tank ويجب مراعاة مايلى :

أ - أن تكون نسبة الصابون فى الزيت الغير مغسول فى مدى ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ جزء فى المليون وهى كافية لأن تعمل كمادة مخفضة للتوتر السطحى :

ب - أن تكون نسبة الماء فى هذا الخليط من الزيت والصابون حوالى ٣ - ٤ ٪ لتسهيل ربط بللورات الشموع وفصلها عن الزيت واذا لم تكن نسبة الرطوبة فى هذا المستوى يجب اضافة ماء اليه.

جـ - يجب أن يظل الزيت الغير مغسول فى وعاء التبلور حتى يصل الى درجة الحرارة المطلوبة لنزع الشموع - وحسب الابحاث المتتالية يجب أن تكون درجة الحرارة من ٥ - ٧ °م

د - مدة بقاء الزيت فى وعاء التبريد ٤ ساعات لتسمح بالنمو الجيد للبلورات.

٣ - بعد مرحلة التبلور يسخن خليط الزيت والشمع والماء باستخدام مبدل حرارى الى حوالى ١٢ - ١٥ °م قبل استخدام الطرد المركزى لفصل بلورات الشمع مع بعض الماء والصابون.

٤ - بعد فصل الزيت يسخن ويغسل باستخدام الماء لتخفيض نسبة الصابون ثم يجفف تحت التفريغ.

مساعد الترشيح Filter aid

يستخدم مساعد الترشيح لغرضان هما :-

أ - التغطية المسبقة Pre coat لقماش الترشيح :

وفى هذه الحالة تقوم الشركة المنتجة للمرشح بتحديد الكمية الواجب استخدامها.

ب - المساعدة فى ازالة أى مواد غريبة من الزيت المرشح :

وفى هذه الحالة تكون النسبة المستخدمة حوالى $\frac{١}{٨}$ - $\frac{١}{٤}$ ٪ من وزن الزيت. أما اذا احتوى على :

- كميات فعلية من المواد الغريبة.
- أو أن المواد الغريبة لزجة slimy أو من النوع الشمعى فمن الضرورى اضافة ٠,٥ ٪ من مساعد الترشيح لترشيح كمية معقولة من الزيت.

وعند استخدام كمية أقل من الكمية الصحيحة من مساعد الترشيح فسوف يتسبب فى :-

أ - انسداد قماش الترشيح.

ب - انخفاض معدل الترشيح.

جـ - حاجة الفلتر الى التنظيف.

وتستغرق مدة الترشيح فى عملية نزع الشموع من الزيت المكرر حوالى ١,٥ ساعة اذا كان :

أ - كمية الزيت ١٠ طن

ب - المرشح المستخدم من نوع « لوح - اطار »Plate - frame press

جـ - عدد الالواح ٣٠ لوح

د - أبعاد اللوح ٨٠ سم X ٨٠ سم

وبذلك يكون المعدل هو ١٦٥ كجم زيت لكل ١م٢ مسطح فى الفلتر.

كمية الفاقد فى الزيت خلال عملية الترشيح. تكون مساوية لكمية مساعد الترشيح المستخدمة.

نزع الرائحة Deodorization

ويطلق عليها أيضاً :

التقطير بالبخار : Steam distillation

التقطير بالبخار تحت التفريغ Vacuum steam distillation

وفى الواقع هى أبسط عملية تقطير بخارى للازالة الطبيعية للمكونات القليلة المتطايرة نسبياً والتى تكسب الزيوت والدهون روائح ونكهات غير مرغوب فيها . وتتراوح نسب هذه المواد من ١ ,٠ - ١ ٪.

ويجرى هذا التقطير البخارى تحت التفريغ وعند درجة الحرارة العالية .

ولاتؤثر هذه العملية على تركيب الأحماض الدهنية لمعظم الزيوت أو الدهون - وفى حالة الزيوت النباتية يظل فى الزيوت بعد نزع رائحتها كمية كافية من التوكوفيرولات تكسبها الثبات.

والسبب فى سهولة اجراء هذها العملية تعود الى الفارق الكبير فى درجة تطاير أو الضغط البخارى لهذه المواد عن الزيوت والدهون والجلسريدات الثلاثية وهذه العملية هى آخر عمليات التشغيل التى تجرى على الزيوت بعد التكرير والتبييض لانتاج زيت غذائى جيد.

ومع ذلك فانها هامة التطبيق على دهون صناعة الصابون مثل الشحم الحيوانى لانتاج صابون تواليت معطر غالى الثمن . لأن وجود أقل الآثار من المواد المسببة للرائحة فى صابون الأساس قد تفسد العطر.

الهدف من عملية نزع الرائحة :

أن يصبح الزيت :

١ - عديم الرائحة odorless

٢ - عديم الطعم testeless

٣ – فاتح اللون Light color وتتراوح من ٠,٥ – ١,٥ أحمر

٤ – ثابت نحو الأكسدة – رقم البيروكسد = صفر

٥ – تكون نسبة الاحماض الدهنية الحرة منخفضة – والتى تصل الى أقل من ٠,٠٣٪

وفى العادة يصاحب ازالة الاحماض الدهنية الحرة بالزيت ازالة المواد المسببة للرائحة والنكهة – فعلى سبيل المثال اذا كانت نسبة الاحماض الدهنية الحرة بالزيت فى البداية ٠,١٪ بعد اجراء عملية نزع الرائحة وصلت الى ٠,٠١ – ٠,٠٤٪ فاننا نلاحظ :

١ – اختفاء رائحة ونكهة الزيت.

٢ – وصول البيروكسيد الى الصفر.

ولايمكن تخفيض نسبة الأحماض الدهنية الحرة بالزيت الى ٠,٠٠٥٪ بسبب التحلل الحادث فى الزيت نتيجة استخدام بخار الانتزاع stripping steam والذى ينتج أحماض دهنية حرة باستمرار.

وخلافاً لبعض الآراء فان عملية نزع الرائحة لاتزيل نواتج الأكسدة الصعبة لأنها لا تتطاير تحت ظروف نزع الرائحة العادية – والعملية الوحيدة التى تزيل هذه المواد هى عملية التبييض.

ويؤدى اجراء عملية نزع الرائحة الى :-

١ – ازالة المواد المسببة للرائحة والنكهة الموجودة بالزيت والغير مرغوب فيها وقد عرفت بأنها :-

- الدهيدات
- كيتونات
- كحولات
- هيدروكربونات تربينية

ويمكن التعرف على هذه المواد بالرائحة أو الطعم حتى لو كانت نسبتها منخفضة للغاية ويكون من الصعب للغاية، التعرف عليها كيميائياً.

٢ – ازالة المواد الملونة Pigments ومن هذه المواد صبغات تكسب الزيوت لون أصفر إلى الأحمر. وعند تعرض الزيت الى درجة حرارة ٢٦٠°م تقريباً فانها تتكسر وتزال ويفتح لون الزيت.

٣ – ازالة الاستيرولات.

٤ – ازالة البيروكسيدات – فقد وجد أن درجات الحرارة العالية تسبب زيادة تكسير البيروكسيدات.

٥ – خفض نسبة الاحماض الدهنية الحرة.

العوامل التي توثر علي جودة الزيت المنزوع الرائحة :-

١ – يجب أن يكون الزيت المراد نزع رائحته جيد التكرير والتبييض – فاذا لم يكن كذلك فان الزيت الناتج سوف يكون ضعيف الثبات ورديء الرائحة والنكهة وسوف يحتاج الى اعادة التبييض واعادة نزع رائحته.

٢ – أن يكون خالى من أى فوسفاتيدات لانها تتفحم عند درجات الحرارة العالية ونظراً لأن نزع الصموغ بالماء لايزيل سوى ٩٠ ٪ من الفوسفاتيدات فانها لاتكون كافية ويجب نزع الصموغ بحمض الفوسفوريك.

٣ – يجب أن يكون خالى من الصابون – وهذان الشرطان (٢ . ٣) هما أكثر الشروط أهمية.

٤ – الضغط المنخفض reduced pressure

ويسمى بالتفريغ vacuum

فى العادة يعمل جهاز نزع الرائحة تحت ضغط منخفض يتراوح مابين ٣ – ٦ مم ، واذا كان الضغط المطلق أقل من ٣ مم فان ذلك يؤكد سلامة المعدات الخاصة باحداث التفريغ والتى تسمى steam ejector vacuum equipment. والتى يجب تنظيفها من وقت

لآخر.

الفوائد الاقتصادية من استخدام التفريغ الشديد في جهاز نزع الرائحة هي :-

أ - تسهيل ازلة المواد الطيارة.

ب - منع التحلل العارض للزيت عند استخدام البخار المباشر.

جـ - الحصول على أعلي كفاءة عند استخدام البخار.

د - استخدام أقل كمية من بخار الانتزاع stripping steam والتى تتناسب طردياً مع الضغط.

والجدول التالى يبين العلاقة بين الضغط وكمية البخار المستخدمة فى عملية نزع الرائحة.

مسلسل	الضغط المطلق عند التشغيل	كمية بخار الانتزاع Stripping steam لكل ١٠٠ كجم زيت
١	٦ مم/ ز	٣ كجم وقد يتغير اجمالى كمية البخار من ١٠ - ٥٠ كجم (المتوسط ٢٥ كجم)
٢	١٢ مم/ ز	يحتاج الى ضعف كمية البخار اللازمة عند ضغط ٦ مم/ز)
٣	٢٤ مم/ ز	يحتاج الى ضعف كمية البخار اللازمة عند ضغط ١٢ مم/ز أو يحتاج الى أربعة أمثال كمية البخار اللازمة عند ضغط ٦ مم/ز

* التشغيل عند ضغط ٣ مم / ز يحتاج الى كمية من بخار الانتزاع أقل بمقدار ٥٠ ٪ مما يحتاجه عند ضغط ٦ مم / ز - وتفرض ظروف التشغيل كمية البخار المستخدمة.

هـ - يقلل زمن التشغيل.

و - يخفض نسبة الاحماض الدهنية الحرة بالزيت.

ر - يقلل فاقد الزيت.

لذلك يجب أن تكون كل الفراغات الخاضعة لنزع الرائحة متصلة وتقع تحت نفس

التفريغ.

وللحصول على الضغط (التفريغ) المناسب للتشغيل يجب مراعاة مايلى :-

أ - ألا يقل ضغط البخار عن الضغط المحسوب.

ب - أن يكون البخار جاف ولايحتوى على أى تكثيف.

جـ - يجب ألا تكون فونية البخار steam nozzles مسحوبة drawn أو متآكلة وأن تكون حالتها جيدة.

د - أن تكون كمية مياة التكثيف المستخدمة فى المكثف البارومترى Barometric condenser كافية وألا يكون درجة حرارتها أعلي من الدرجة المطلوبة.

هـ - عدم وجود تسرب فى البخار أو فى الماء أو فى دورة تسخين الزيت.

ومن الضرورى أن يكون بخار الانتزاع stripping steam جيد النوعية - أى أن يكون :-

أ - جاف خالى من الرطوبة التى تتسبب فى ارتفاع الفاقد المسحوب مع المواد المتطايرة من الزيت المتعادل.

ب - خالى من الهواء المسحوب entrained air الذى يتسبب فى أكسدة الزيت عند درجات الحرارة العالية محدثاً مشاكل النكهة والثبات.

جـ - أن يحضر من ماء خالى من الهواء لأن وجود أى اكسجين فى البخار يسبب الأكسدة عند درجات الحرارة العالية داخل جهاز نزع الرائحة.

د - أن تكون مياة الغلاية خالية من التلوث بالمواد الصلبة التى تتسبب فى احداث النكهة . وأن تكون خالية من شوائب المعالجة.

٥ – **معدل رش البخار** sparge steam rate

ويقصد به كمية البخار المدفوع فى وحدة الزمن – ويجب قياس معدل البخار والتحكم فيه.

ويتم تقليب الزيت للحصول على معدل مرتفع مقبول لانتقال الحرارة عن طريق رشه بالبخار sparging لتقليل مشاكل التقليب الميكانيكى عند درجات الحرارة العالية وتحت التفريغ.

٦ – **درجة الحرارة** Temperature

تجرى عملية نزع الرائحة عند درجات الحرارة العالية والتى يتم التحكم فيها عن طريق التحكم فى درجة حرارة السائل الناقل للحرارة والمتدفق داخل ملفات وعاء التسخين للحصول على درجة حرارة نزع الرائحة المطلوبة . وقد وجد أنه كلما ارتفعت درجة حرارة التشغيل كلما :

أ – ازداد تطاير المواد المسببة للرائحة والنكهة بسبب سرعة ازدياد الضغط البخارى لهذه المواد.

ب – انخفضت الفترة اللازمة لنزع الرائحة. وقد وجد أنه مع كل زيادة فى درجات الحرارة قدرها ١٧°م انخفضت فترة نزع الرائحة الى النصف.

جـ – انخفضت كمية بخار الانتزاع stripping steam المطلوبة.

وتصل درجة الحرارة اللازمة لنزع رائحة أغلب الزيوت التجارية الى ٢٤٥ – ٢٧٥°م بينما تصل درجة الحرارة اللازمة لنزع رائحة عباد الشمس الى ٢٥٠ – ٢٥٥°م تقريباً.

واذا اجريت عملية نزع الرائحة عند درجة حرارة أعلى من ٢٨٠°م فانه يحدث تماثل isomerization بالزيت وكذلك بعض التفاعلات الأخرى. وعلى كل حال فانه من

الممكن استخدام درجات حرارة أكثر ارتفاعا بدون حدوث هذه التفاعلات الغير مطلوبة اذا كانت مدة استبقاء الزيت قصيرة مع/ أو رفع معدل البخار وأن يكون الضغط المطلق منخفض جداً.

٧ - الزمن اللازم لعملية نزع الرائحة - يتوقف علي :-

أ - سمك طبقة الزيت.

ب - مساحة السطح المعرض للتفريغ.

جـ - معدل مرور البخار خلال الزيت ويحدد بالنقطة التى يحدث عندها سحب entrainment ميكانيكى ملموس.

د - درجة حرارة نزع الرائحة. وقد وجد أنه مع كل زيادة فى درجات الحرارة قدرها ١٧°م انخفضت فترة نزع الرائحة الى النصف.

هـ - جودة بخار الانتزاع stripping steam

و - التفريغ vacuum - عند اجراء عملية نزع الرائحة عند ضغط مطلق ٦ مم / ز فانها تستغرق حوالى ١ - ٣ ساعات حسب النوعية المطلوبة للزيت.

وعند اجراء العملية عند ضغط مطلق ٦ - ١٢ مم / ز فان الزمن المطلوب لاستكمال العملية يتراوح من ٨ - ١٠ ساعات وهو الزمن المستغرق لملء الدورة بالزيت ونزع الهواء والتسخين ونزع الرائحة والتبريد ثم تفريغ الزيت.

٨ - المعاملة الحرارية thermal treatment

يجب الاحتفاظ بالزيت داخل وعاء الاستبقاء holding tank المدة الكافية ثم يبرد بعد ذلك الى درجة حرارة ٧٠°م ثم يضخ الى مرشحات الصقل polishing filters.

٩ – الوقاية من الاكسجين :

أ – يجب ازالة الهواء الذائب والمحبوس فى الزيت قبل تسخينه الى درجة حرارة نزع الرائحة.

ب – منع أى تسرب للهواد خلال الوصلات لوقاية الزيت الساخن عند درجة حرارة نزع الرائحة العالية من الأكسدة الجوية.

١٠ – تصميم جهاز نزع الرائحة.

يصمم الجهاز بحيث يسمح بتماس بخار الانتزاع stripping steam مع الزيت الموجود على شكل طبقة ضحلة عند أقل ضغط لتقليل التحلل العرضى والحصول على نسبة أحماض دهنية حرة تصل الى ٠,٠٣ ٪ أو أقل.

١١ – تنظيف جهاز نزع الرائحة :

أ – يجب تنظيف جهاز نزع الرائحة مرة واحدة على الأقل فى العام وينصح بأن ينظف كل ستة أشهر و باستمرار.

ب – يجب التأكد من ازالة كل الزيت المتبلمر داخل الجهاز.

جـ – عدم تشغل زيت ردىء.

د – عدم انسداد مصدات تيار السحب المتجه نحو التفريغ والتى تسمى mist eliminators

١٢ – مادة تركيب جهاز نزع الرائحة ومعدات نقل الزيت

دلت الدراسات على أن للمعادن تاثير ذو نشاط حافز catalytic activity يساعد على أكسدة الزيت فيقل ثباته. ويزداد هذا النشاط عند درجات الحرارة العالية.

وفيا يلى نشاط بعض المعادن :–

أ – النحاس : له نشاط حافز شديد يقلل ثبات الزيت ، ولذلك فانه يمنع اتصال النحاس أو سبائك النحاس مع الزيت.

ب – الفولاذ الكربونى : carbon steel – له نشاط عالى نسبياً نحو الأكسدة.

جـ – الالومنيوم : له نشاط حافز ضعيف جداً الا أن قوة متانته الضعيفة عند درجات الحرارة العالية تمنع استخدامه.

د – النيكل أو سبائك النيكل : له فى العادة نشاط حافز ضعيف جداً نحو الأكسدة الا أنه لايستخدم حالياً بسبب ارتفاع تكلفته.

هـ – الاستنلس استيل ٣٠٤ stainless steel 304 تصنع منه الآن أغلب أجهزة نزع الرائحة والأوعية والمواسير الناقلة للزيت.

وقد وجد أن اضافة كمية صغيرة من بعض العوامل agents مثل حمض الستريك فى وحدة تبريد الزيت بعد نزع الرائحة تقلل النشاط الحافز للمعادن نحو الزيت – ويبدو أن هذه العوامل تتفاعل مع المعادن الذائبة وتعوق نشاطها – وتقدر كمية حمض الستريك المضافة بحوالى ٥٠ جزء فى المليون على الأقل.

بيانات تشغيل نزع الرائحة

Deodorization Operating Parameters

بيانات التشغيل للازالة الفعالة للمواد الغير مرغوب فيها هى :

أ – الضغط البخارى Vapor pressure للمواد المراد ازالتها.

ب – ظروف تشغيل جهاز نزع الرائحة وهى :

- درجة الحرارة Temperature
- مدة الاستبقاء holding time
- الضغط المطلق (التفريغ)absolute pressure

جـ – كمية بخار الانتزاع stripping steam لكل ١٠٠ كجم زيت.

د – كفاءة الاجهزة من حيث تآلف خلط بخار الانتزاع مع الزيت.

هـ – نوعية البخار.

وفيما يلى جدول يبين ظروف بيانات التشغيل الممارسة لنزع الرائحة فى صناعة الزيوت الغذائية:

المسلسل	البنـــد	البيـــان
١	الضغط المطلق	١ – ٦ مم / ز
٢	درجة حرارة نزع الرائحة	٢١٠ – ٢٧٥ °م
٣	مدة استبقاء الزيت عند درجة الحرارة العالية	
	أ – نظام الوجبات	٣ – ٨ ساعة
	ب – النظام المستمر ونصف المستمر	١٥ – ١٥٠ دقيقة
٤	كمية بخار الانتزاع بالوزن ٪ من الزيت	
	أ) نظام الوجبات	٥ – ١٥ ٪
	ب) النظام المستمر ونصف المستمر	١ – ٥ ٪
٥	الأحماض الدهنية الحرة ٪	
	الزيت الداخل للتشغيل ويشمل الزيت المكرر بالبخار	٠,٠٥ – ر٦٪
	الزيت الناتج بعد نزع الرائحة	٠,٠٢ – ٠,٠٥٪

الفاقد في الزيت أثناء عملية نزع الرائحة :-

يرجع الفاقد فى الزيت فى هذه العملية الى :

أ - الفاقد أثناء التقطير.

ب - الفاقد من قطرات الزيت المسحوبة مع تيار الابخرة الخارجة وتعتمد على كفاءة أجهزة السحب الميكانيكية. وتزداد كمية الفاقد مع زيادة سرعة اندفاع البخار أو انخفاض الضغط.

جـ - الفاقد بسبب تحلل الزيت بواسطة بخار الانتزاع. stripping steam ويكون على صورة أحماض دهنية حرة تسحب الى الخارج.

د - الاحماض الدهنية الحرة الموجودة بالزيت الداخل والمتطايرة أثناء التشغيل.

هـ - المكونات المسببة للرائحة.

وتتكون نفايا التقطير الناتجة من عملية نزع الرائحة من :-

أ - ٢٥ - ٤٥ ٪ أحماض دهنية حرة.

ب - الاستيرولات

جـ - التوكوفيرولات

د - الجلسريدات الثلاثية

هـ - مواد غير قابلة للتصبن أخرى

و - اجمالى الفاقد يصل الى ٢,٠ - ٥,٠ بالاضافة الى الاحماض الدهنية المتطايرة.

وأمكن خفض كمية الفاقد فى الوحدات النصف مستمرة الى مستوى مقبول بواسطة

استخدام الحواجز Baffles والمزيلات demisters وتصل نسبة الفاقد فى الوحدات كما يلى :-

(أ) وحدات الوجبات : ٠,٨ - ١,٥ ٪ فاقد فى الاحماض الدهنية.

(ب) الوحدات نصف المستمرة : ٠,٥ - ٠,٦ ٪ فاقد فى الاحماض الدهنية.

(جـ) الوحدات المستمرة : ٠,٣ - ٠,٥ ٪ فاقد فى الاحماض الدهنية.

والسبب فى زيادة نسبة الفاقد فى وحدات الوجبات يرجع الى :-

أ) طول فترة نزع الرائحة .

ب) استخدام كمية أكبر من بخار الانتزاع stripping steam

تشغيل نزع الرائحة

Deodorization Operation

الخطوات :

١ – ينزع الهواء من الزيت عند درجة حرارة منخفضة نسبياً وتتراوح ما بين ٤٩ – ٥٤° م تحت نفس التفريغ الموجود داخل جهاز نزع الرائحة ويمكن أن يكون وعاء نزع الهواء خارج جهاز نزع الرائحة أو ضمن تصميم جهاز نزع الرائحة كما فى التصميمات المستمرة ونصف المستمرة.

٢ – الوعاء مزود بخط احداث تفريغ شديد للهواء من داخل الوعاء وعن طريقة تسحب المواد المتطايرة المسببة للرائحة إلى قمة الوعاء – ولذلك يزود الوعاء بأنواع مختلفة من المصايد لتقليل كمية الفاقد من الزيت.

٣ – يستخدم منظم مستوى السائل liquid level control لتنظيم دفق الزيت الى جهاز نزع الرائحة وفى العادة يعبأ الوعاء بكمية من الزيت مع ترك الجزء العلوى من الوعاء فارغا لتقليل كمية الفاقد من الزيت أثناء اندفاع تيار البخار من أسفل الوعاء.

٤ – يبدأ فى تسخين الزيت بالبخار الغير مباشر تدريجياً حتى تصل درجة الحرارة إلى ١٢٠-١٤٣°م – يزداد رفع درجة الحرارة الى ٢١٠°م باستخدام البخار المباشر خلال مدة ٥ ساعات.

والجدول التالى يبين العلاقة بين درجة الحرارة والزمن اللازم لنزع الرائحة.

درجة الحرارة °م	الزمن / ساعة
١٧٠	١٦
١٩٠	٩
٢١٠	٥
٢١٨	٢,٧٥
٢٣٢	١,٥٠
٢٦٠	٠,٥

وإذا ارتفعت درجة الحرارة عن ٢٦٠°م تزداد كمية الفاقد فى الزيت - لذلك يفضل اجراء عملية نزع الرائحة عند درجة حرارة مابين ٢٣٢ - ٢٤٥°م .

٥ - يبرد الزيت الى درجة حرارة ٣٨-٦٦°م ويجب عدم تسخين الزيت أعلى من ذلك فى وجود الهواء.

٦ - تضاف مواد مثبطة لنشاط المعادن inactivator مثل حمض الستريك وكذلك المواد المانعة للأكسدة anti - oxidant.

٧ - يمكن حماية الزيت بغاز النيتروجين حتى يعبأ لتقليل فرصة أكسدة الزيت التى تؤثر على نوعيته.

٨ - يجب تعبئة الزيت منزوع الرائحة بدون تأخير.

الطرق المستخدمة لنزع الرائحة

مقدمـــة :

كانت أول الطرق المستخدمة لنزع الرائحة هى طريقة الوجبات - وكانت أول الأوعية الكبيرة المستخدمة فى ذلك مصنوعة من الفولاذ الكربونى ومزودة بما يلى :

١ - أنظمة للتفريغ من النوع القاذف للبخار steam ejector بحيث يكون الضغط الواقع على سطح الزيت يتراوح مابين ٨ - ١٢ مم / ز بينما كان الضغط عند قاع الزيت حوالى ١٩٠ مم / ز .

٢ - عمق وعاء نزع الرائحة يتراوح مابين ٢,٤٠ - ٣,٠٠ متر.

٣ - ملفات للتسخين بالبخار وكانت أقصى درجة حرارة للتشغيل هى ١٧٥°م.

٤ - مدة نزع الرائحة من ٤ - ١٠ ساعات.

٥ – كمية البخار المستخدمة كبيرة جداً.

٦ – وحدات هذه الطريقة لها فرص محدودة فى استخدام معدات التبادل الحرارى للحصول على الكفاءة التى يحصل عليها من طرق نزع الرائحة المستمرة أو نصف المستمرة ولتحسين نوعية الزيت المنزوع الرائحة مع تخفيض الاستهلاكات طورت أجهزة نزع الرائحة من نظام الوجبات الى الأنظمة نصف المستمرة والتى تتميز بما يلى :

– اتخذت الاحتياطات لنزع الهواء من الزيت قبل التسخين عند درجات الحرارة العالية.

– التصميم مكون من سلسلة من أوعية الوجبات الصغيرة بحيث يكون عمق الزيت داخل هذه الأوعية حوالى ٦٠ سم وبذلك انخفض الضغط عند نقطة التقاء بخار الانتزاع مع الزيت الى ١٣ مم / ز.

– الوحدات النصف مستمرة لها كفاءة معقولة على قدر الامكان بادخال بعض معدات التبادل الحرارى.

ثم تطورت تكنولوجيا أجهزة نزع الرائحة كثيرا وظهرت الطرق المستمرة والتى تتلخص فيما يلى :

١ – فى البداية ينزع الهواء من الزيت مع التسخين الى درجة الحرارة بينما تتراوح درجة حرارة نزع الرائحة المطلوبة مابين ١٩٥ – ٢٥٠ °م .

٢ – يتكون جهاز نزع الرائحة من غلاف مزدوج Double shell

٣ – انقاص طبقة الزيت ليصبح عمقها اقل من نصف بوصة وبذلك انخفض كثيرا الضغط عند نقطة التقاء بخار الانتزاع مع الزيت الى حوالى ٣ مم / ز تقريباً.

٤ – يتم نزع رائحة الزيت داخل ستة أوعية متصلة تتابعياً وجميعها مركبة داخل بعضها .

٥ – أوعية نزع الرائحة والمواسير الناقلة للزيت مصنوعة من الاستنلس استيل.

٦ – تعطى الوحدات المستمرة أعظم اقتصاديات التشغيل بسبب استخدام المبادلات الحرارية المتعددة التى يزود بها.

وقد أمكن استعادة ٤٠ – ٤٥٪ من الطاقة فى الوحدات نصف المستمرة

واستعادة ٨٠٪ من الطاقة فى الوحدات المستمرة

طرق نزع الرائحة

Deodorization Processes

توجد ثلاثة أنواع رئيسية لأجهزة نزع الرائحة هي :

١ - أجهزة الوجبات batch type

٢ - الأجهزة نصف المستمرة

٣ - الأجهزة المستمرة ومنها :

أ - وحدات أحادية الغلاف single shell

ب - وحدات ثنائية الغلاف double shell

وتحتوى جميع وحدات نزع الرائحة سواء الوجبات و نصف المستمرة أو المستمرة على بخار انتزاع - steam stripping لإزالة الاحماض الدهنية الحرة.

نزع الرائحة بنظام الوجبات

Batch Deodorization

يتكون الجهاز التقليدى لهذا النظام من وعاء اسطوانى رأسى له غطاء على شكل طبق يستطيع الصمود أمام التفريغ الكامل. وهذه الوحدة جيدة اللحامات والعزل.

ويتراوح حجم الوعاء من ٤٥٥٠ كجم الى ١٨١٨٠ كجم

والحجم النموذجى من ٩٠٩٠ كجم إلى ١٣٦٤٠ كجم

ويصمم على أن تكون سعة التشغيل حوالى ٥٠٪ من سعة الوعاء - فعلى سبيل المثال

إذ كان المطلوب تشغيل ٥ طن زيت فإن سعة الوعاء لاتقل عن ١٠ طن.

والوعاء مزود بما يلى :

١ – ملفات للتسخين والتبريد.

٢ – مواسير مثقبة فى قاع الوعاء ينطلق منها البخار على صورة خط رش sparge line او أذرع العنكبوت spider والتى تتشعب من خط استقبال البخار المركزى. ولايزيد قطر الثقب فى الماسورة عن ٣,٢ مم ($\frac{١}{٨}$ بوصة).

٣ – صمام أو قرص مثقوب orifice plate للتحكم فى حجم البخار الداخل الى الوعاء.

٤ – خط بخار يقود المسحوبات الى جهاز الفصل separator أو إلى جهاز التنشيط booster ويجب أن يكون هذا الخط أقصر مايمكن لتجنب الارتداد الشديد.

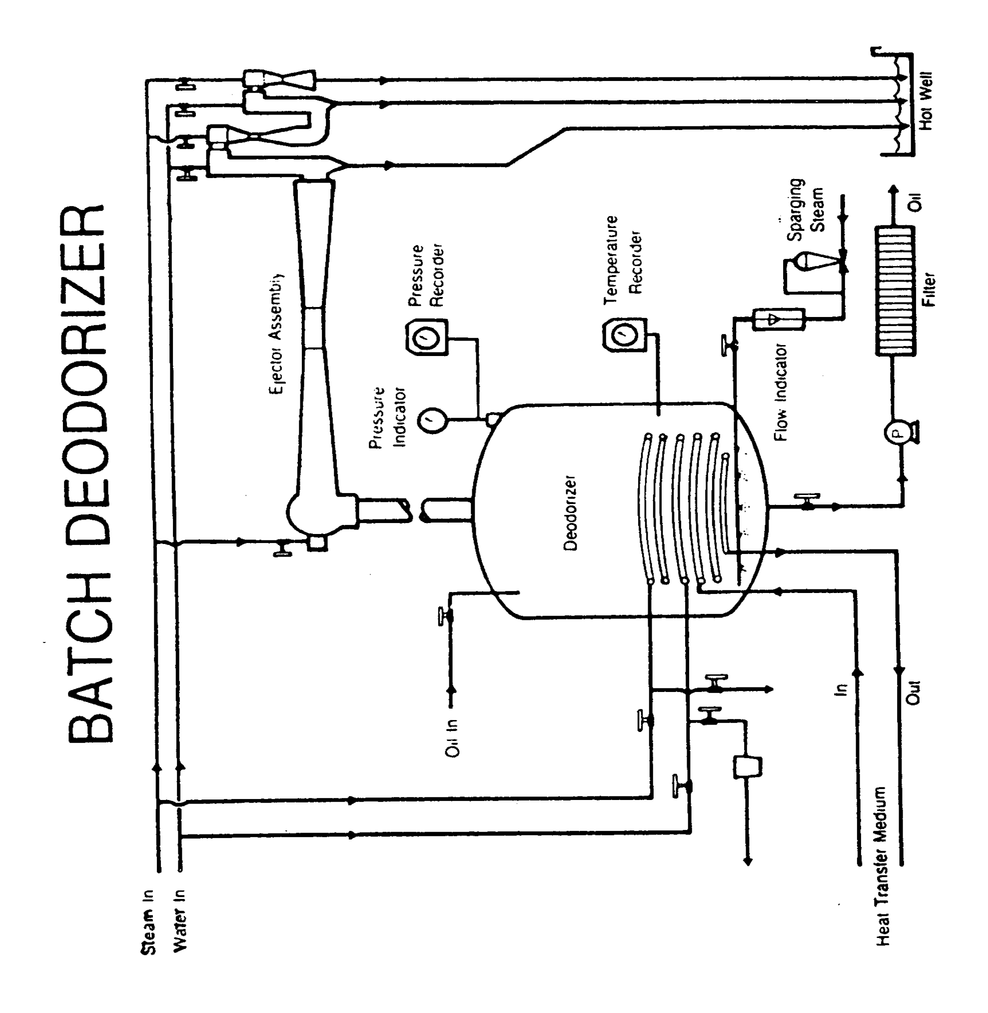
٥ – نظام للتفريغ من النوع القاذف للبخار steam ejector system .

٦ – ترمومتر thermometer .

٧ – مقياس للضغط pressure gauge يبين الضغط المنخفض تماما داخل جهاز نزع الرائحة ومستقلاً عن الضغط البارومیتری الموجود.

٨ – نازع للهواء deaerator .

٩ – طلمبات لنقل الزيت من وإلى الوحدة.


BATCH DEODORIZER
Steam In
Water In
Ejector Assembly
Hot Well
Pressure Indicator
Pressure Recorder
Temperature Recorder
Deodorizer
Oil In
Flow Indicator
Sparging Steam
P
Filter
Oil
In
Out
Heat Transfer Medium

نزع الرائحة بالطريقة نصف المستمرة

Semi continuous deodorization

يتكون هذا النظام أساساً من غلاف اسطوانى طويل مصنوع من الفولاذ الكربونى مثبت داخله خمسة أحواض trays مصنوعةمن الاستنلس استيل ٣٠٤ وتتراوح سعة الوحدة من ١١٣٥ إلى ١٣٦٤٠ كجم.

ويتم تشغيل هذه الوحدة على أساس تداول وجبات محدودة من الزيت تنقل على شكل وجبات فى فترات متتالية خلال المراحل المختلفة من نزع الهواء والتسخين والبقاء تحت ظروف الانتزاع بالبخار steam stripping والتبريد. وبهذه الطريقة تخضع تماما كل كمية الزيت الى كل الظروف قبل الانتقال الى الخطوة التالية.

وهذا النظام النصف مستمر يضمن المعالجة المتماثلة لكل أجزاء الزيت وفى العادة تعمل هذ الوحدات أوتوماتيكياً وتضبط من خلال لوحة مركزية مع وجود ضابط لزمن الدورة وترابطها لمعالجة المراحل المتتالية إذا اختلت نتيجة أحد الأسباب الآتية :

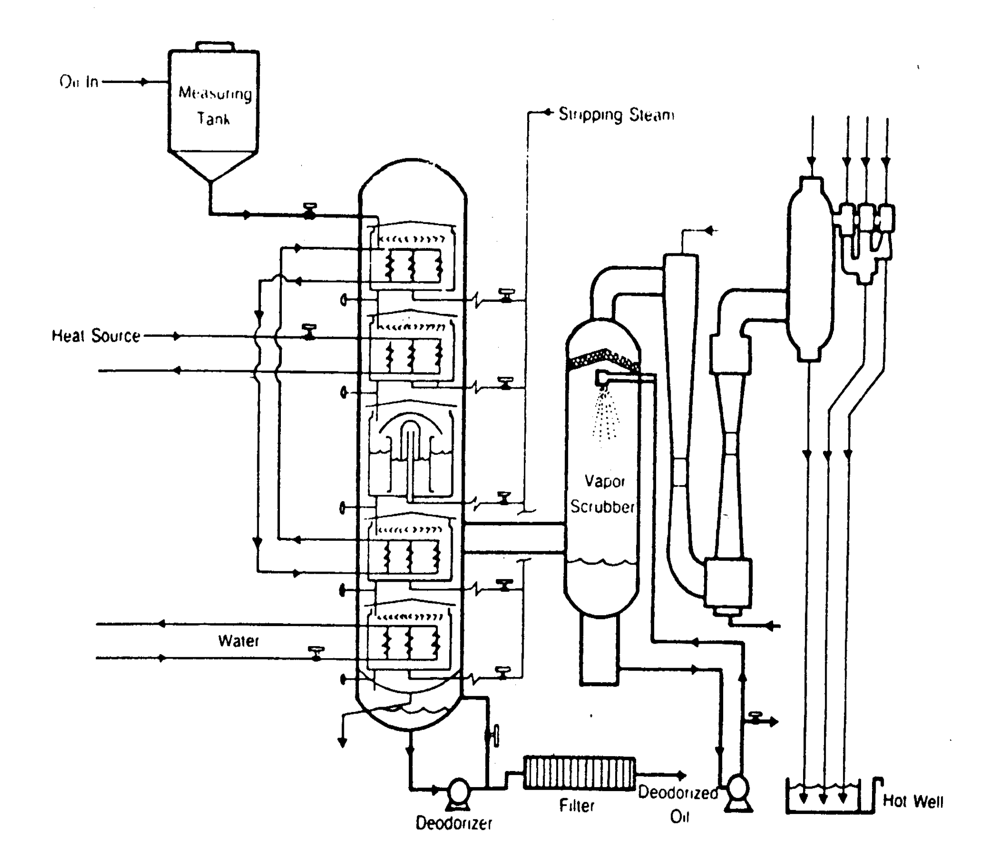
أ) الحجم الغير مناسب لوجبة الزيت.
ب) اختلال غلق أو فتح الصمام.
جـ) عدم وصول الزيت إلى درجة حرارة التسخين أو التبريد فى الزمن المحدد.

وتصميم هذا النوع من أجهزة نزع الرائحة يسمح بتكرار تغير نوع الزيت الداخل مع التمازج القليل جدا للتغيرات المتعاقبة كما يقلل أيضا الاختلافات الواسعة التى توجد فى الوجبات المصاحبة لجهاز نزع الرائحة بنظام الوجبات.

وتصل نسبة الحرارة المستعادة من نظام النصف مستمرة إلى ٤٠ – ٤٥٪ وهى نسبة ليست جيدة فى النظام المستمر.

وعلى كل حال فإنها نسبة أكبر كثيراً مما يمكن الحصول عليه من نظام الوجبات.

SEMI-CONTINUOUS DEORDORIZING



الطريقة المستمرة

Continuous Deodorization

ويستخدم فى هذا النظام أحد التصميمان التاليان :

التصميم الأول :

وهو التصميم أحادى الغلاف single shell design ويعمل هذا الجهاز بحيث تجرى عملية نزع الرائحة داخل سلسلة من الأوعية vessels أو الصوانى trays يتراوح عددها من خمسة إلى سبعة مركبة داخل برج واحد مصنوع من الاستنلس استيل ٣٠٤ ينساب خلالها الزيت باستمرار حيث ينزع منه الهواء ثم يسخن ويستبقى الفترة المناسبة لتنزع خلالها رائحته ثم يبرد.

وتصنع خطوط البخار من الفولاد الكربونى ومتصلة بالبرج بحيث يمر خلالها البخار المستخدم فى عملية الرش sparging والنزعstripping مع الشوائب المتطايرة الخارجة من كل قسم مباشرة الى ماسورة سحب البخار ثم يزال خلال الوصلة الوحيدة إلى نظام التفريغ.

ويركب على كل قسم شبكة سلكية لفصل المواد المسحوبة وتسمى

wire mesh entrainment separator

وجهاز نزع الرائحة المستمر أحادى الغلاف أكثر اقتصاديا عندما تكون كمية الزيت المارة به ٦٨٢٠ كجم/ ساعة.

وتستخدم الأنظمة المستمرة أقل وحدات التسخين والتبريد المساعدة وعندما تكون الصوانى المستخدمة ضحله تصل كمية بخار الانتزاع stripping steam المستخدمة الى حوالى ٤٪ أو أقل. كما تسمح باستعادة أقصى كمية من الحرارة بواسطة التبادل الحرارى

مع الزيت الوارد وتصل نسبة الاستعادة الى حوالى ٨٠٪

التصميم الثاني :

وهو التصميم ثنائى الغلاف double shell design

وهذا النوع من الأجهزة شديد الشبه بالأجهزة أحادية الغلاف ولها نفس المزايا مع الاستفادة من الطاقة والمياه ونفس الاستهلاك من بخار الانتزاع stripping steam.

والفرق الرئيسى هو أن :

أ – سلسلة الأوعية أو الصوانى مثبتة بالداخل ولكنها منفصلة.

ب – فراغ الغلاف الخارجى بالكامل الذى يوجد بين الغلافين الداخلى والخارجى يقع تحت التفريغ.

جـ – جميع عمليات نزع الرائحة متصلة وتقع تحت نفس الضغط المنخفض.

SINGLE SHELL DEODORIZER

Heat Transfer Media Inlet
Deaerating & Heating Section
Heat Transfer Media Outlet
Sparge Steam
Pre-Stripping Section
To Vacuum System
Holding Section
Stripping Steam
Sparge Steam
Final-Stripping Section
Hot Oil Out
Oil In
Deaerator
Heat Recovery Section
Sparge Steam
Cooling Water Outlet
Cooling Section
Shell Drain
Cooling Water Inlet
Sparge Steam
Deodorized Oil Out

وتصنع كل الأوعية الداخلية من الاستنلس استيل ٣٠٤ والغلاف الخارجى مصنوع من الفولاذ الكربونى. وسريان الزيت داخل هذه الوحدة يشبه تماما سريان الزيت داخل برج نزع الرائحة المستمر أحادى الغلاف. وهذا التصميم يتيح طاقة إنتاجه تتراوح من ٦٨٢٠ – ٢٧٢٧٠ كجم / ساعة.

حماية وتداول الزيت المنزوع الرائحة

على القائمين بتشغيل الزيوت الغذائية حمايتها من الأكسدة باتباع الاحتياطات التالية :

١ – أبعاد الهواد أثناء التشغيل.

٢ – تبريد الزيت المنزوع الرائحة الى درجة الحرارة المناسبة قبل تعرضه الى الهواء الجوى.

٣ – حماية الزيت المنزوع الرائحة من الهواء الجوى بغطاء من النيتروجين.

٤– اضافة المواد الكيميائية التى تكسح المعادن scavangers والمواد المضادة للأكسدة antioxidants

٥ – الحصول على التفريغ الكامل فى جهاز نزع الرائحة حتى فى حالة عدم استخدام الجهاز لتجنب أكسدة الغشاء الرقيق من الزيت المتبقى داخله والذى يلوث الكمية التالية من الزيت.

حماية الزيت من الهواء

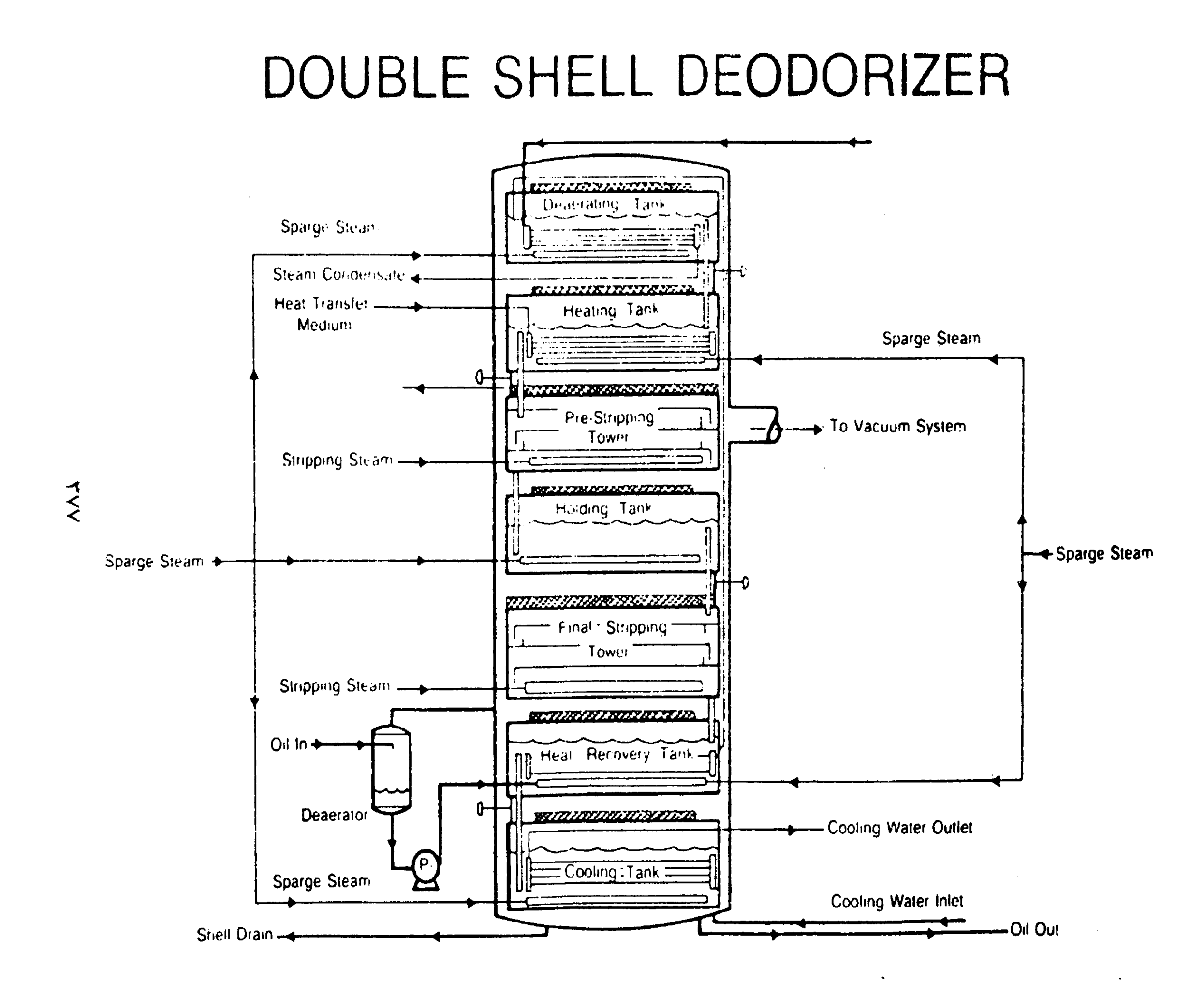
يجب حماية الزيت من الهواء تماماً أثناء تشغيل عملية نزع الرائحة بالكامل . لأن الزيت عند درجات حرارة نزع الرائحة يتفاعل بسرعة جدا مع الاكسجين محدثا بلا جدال تأثيراً سيئاً على نكهة وثبات الزيت.

ويجب عمل صيانة وقائية دورية لمنع حدوث تسرب للهواء فى المعدات الملحقة fittings بجهاز نزع الرائحة اسفل مستوى الزيت وفى الطلمبات الخارجية والسخانات والمبردات التى تتصل بالزيت.

ويعمل تصميم اجهزة نزع الرائحة ثنائية الغلاف النصف مستمرة والمستمرة على تقليل فرص احتمال تعرض الزيت الساخن للهواء الداخل بسبب حدوث تسرب فى الغلاف الخارجى.

ويجب أن يكون بخار الانتزاع stripping steam خالى من الاكسجين، ولذلك يحضر من الماء الخالى من الهواء.

DOUBLE SHELL DEODORIZER



تبريد الزيت

يجب تبريد الزيت الغير مهدرج الى درجة حرارة ٣٨ - ٤٩° م قبل تعرضه للهواء الجوى.

أما الزيت المهدرج جزئياً والذى درجة انصهاره أعلى من درجة حرارة الغرفة، فإنه أكثر مقاومة للأكسدة نسبياً ويبرد الى درجة حرارة أعلى من درجة انصهاره بحوالى ١٥°م .

وأثناء تبريد الزيت داخل جهاز نزع الرائحة يجب أن يكون معدل سريان بخار الرش sparge steam يكفى لإحداث التقليب المطلوب للحصول على تبادل حرارى جيد.

وعندما يكون الضغط داخل جهاز نزع الرائحة ٦ مم / ز (وحسب عمق الزيت) فإن الزيت يبرد الى درجة حرارة ٥٤-٦٦°م فقط قبل حدوث تكثيف البخار مسبباً ترطيب الزيت.

وبعد خروج الزيت الجاف من جهاز نزع الرائحة فإنه يبرد أكثر الى درجة الحرارة المناسبة داخل المبدل الحرارى ثم يضخ الى مرشح الصقل polishing filter .

الإضافات Additives

لحماية الزيت من الأكسدة وتحسين ثبات النكهة تستخدم بعض المواد التى تسمى بـ :

- مثبطات الآثار المعدنية inactivator traces of metal
- أو كاسحات المعادن metal scavenger
- أو العوامل الكلابية chelating agents

ومن هذه المواد حمض الستريك citric acid ويضاف الى الزيت البارد بنسبة ٠,٠٠٠٥ - ٠,٠١٪ من وزن الزيت - ويقوم الحمض بإبطال نشاط الكميات الصغيرة من المعادن وخاصة الحديد والنحاس والذى يوجد فى الزيت طبيعياً نتيجة التشغيل.

ملاحظة أن حمض الستريك يتكسر بسرعة عند درجات الحرارة الأعلى من

١٥٠°م ويصبح عديم الفاعلية عندما يضاف قبل عملية نزع الرائحة.

كذلك فإن المركبات المعقدة المتكونة من تفاعل الكميات الصغيرة من المعادن مع الاكسجين أو الهيدروبيروكسيدات من المحتمل تكسيرها هى الأخرى أثناء نزع الرائحة.

لذلك يفضل اضافة الحمض عند مرحلة التبريد فى جهاز نزع الرائحة، ويفضل اضافة الحمض على صورة محلول مائى لتجنب الفاقد المصاحب لإضافته على صورة محلول كحولى.

ويمكن إذابة ٥٠ جزء فى المليون من حمض الستريك فى الزيت عند درجة حرارة ١٣٠°م أو أقل أثناء تبريد الزيت وهذه الكمية تظل على صورة محلول أثناء تخزين الزيت.

كما أن اضافة حوالى ١٠ جزء فى المليون من حمض الستريك تعمل على ثبات النكهة وحمايته من الأكسدة.

المثبتات Stabilizers

وتسمى أيضاً بمضادات الأكسدة Antioxidants وهى بخلاف المواد المثبطة للمعادن - ونظراً لأن هذه المواد هى الأخرى تتحطم بالحرارة فإنها تضاف الى الزيت عندما تكون درجة حرارته أقل من ٨٢°م أثناء الحالات الآتيه :

أ - عند تبريد الزيت فى نزع الرائحة.

ب - إلى الزيت عند التخزين.

جـ - عند الشحن shipment

وتتطلب الاضافة إلى :

* تقليب فعال

* زمن للخلط

وذلك للحصول على انتشار منتظم ومحلول حقيقى ·

ومن هذه المواد المستخدمة كمضادات الأكسدة مايلى :

- Propyl gallate.

- Tertiary-butyl hydroquinone (T B H Q)

- t - butyl hydroxy toluene (B H T)

- t - butyl hydroxy anisole (B H A)

وتعمل المادتان الأوليان على زيادة ثبات الزيت نحو الأكسدة وتستخدم المادتان الأخيرتان لتحسين فترة تخزين shelf life الزيت ولزيادة حماية البضائع المحتفظ بها على صورة خبز أو أطعمة مطهية.

وتسمح المواصفات الأمريكية بأن تصل نسبة الاضافة من هذه المواد المضادة للأكسدة الى ٠,٠١٪ اذا استخدمت منفردة، أو عند أقصى تركيز وهو ٠,٠٢٪ إذ ستخدمت متوالفةمع مادة أخرى أو أكثر

ومن المواد الطبيعية المستخدمة فى هذا المجال أيضاً التوكوفيرولات Tocopherols

الترشيح Filteration

بعد تبريد الزيت المنزوع الرائحة الى درجة حرارة ٦٦°م أو أقل يرشح خلال "مرشح الصقل – Polishing filter" ويستخدم فيه ورق ترشيح لازالة المواد الصلبة التى تظهر فى الزيت للأسباب الآتية :

أ – تلوث الزيت بأثر تراب التبييض فى صهاريج تخزين الزيت.

ب – قدتوجد جسيمات صغيرة مكربنة carbonaceous بسبب تعرض الزيت الى درجة الحرارة العالية والتسخين الموضعى الشديد أثناء عملية نزع الرائحة.

جـ – قد لاتكون كل كمية حمض الستريك المضافة الى الزيت أثناء التبريد مذابه .

ويمكن للفلتر أن يزيل الجسيمات ذات قطر ٣٠ ميكرون فى حالة الزيوت عادية الاستخدام والجسيمات ذات قطر ١٠ ميكرون فى حالة زيوت الزجاجات.

ويجب أن يراعى فى تصميم الفلتر أن يكون :

أ – سهل التنظيف.

ب – سهل التركيب الصحيح

جـ – صغير الحجم للاقلال من مخاطر التلوث

التغطية بالنيتروجين Nitrogen Blanketing

تستخدم التغطية بالنيتروجين لحماية الزيت المنزوع الرائحة أثناء :

١ – التخزين

٢ – التعبئة

٣ – الشحن

أثناء التخزين يملأ الخزان بغاز النيتروجين وبعدئذ يضخ فيه الزيت خلال ماسورة تؤدى إلى قاع الخزان لتجنب حدوث الرش – أما خلال خط التعبئة فتملأ الأوعية والغرف بغاز النيتروجين، ثم يملأ بالزيت وتعبأ الزجاجات وتغلق قبل عودتها الى ظروف الهواء الجوى العادى.

وعلى كل حال فإن بعض المصنعون لا يستخدمون التغطية بالنتيروجين ويفضلون تبريد الزيت الى دجة حرارة ٣٨°م. ويعتقدون أن هذه الطريقة تعطى حماية أفضل وخاصة فى حالة ما إذا كان غاز النيتروجين غير نقياً .

بعض الإضافات الغذائية المباشرة المستخدمة فى الزيوت والدهون

المادة المضافة	التأثيـــــــر
Tocopherols	مضاد للأكسدة وتأخير تزنخ الأكسدة
Butylated Hydroxyanisole (B H A)	مضاد للأكسدة وتأخير تزنخ الأكسدة
Butylated Hydroxytoluene (B H T)	مضاد للأكسدة وتأخير تزنخ الأكسدة
Tertiary Butylhydroquinone (T B H Q)	مضاد للأكسدة وتأخير تزنخ الأكسدة
Carotene (pro-vitamine A)	تعزز لون المنتج النهائى وتكسبه لوناً
Methyl silicone (dimethyl polysiloxane)	تثبط الميل للأكسدة وترغية الزيوت والدهون أثناء القلى
Diacetyl	تكسب الزيوت والدهون رائحة ونكهة الزبد
Lecitin	تكسح الماء لمنع تزنخ التحلل (التميؤ)
Citric acid	عامل كلابى chelating agent وتثبط العامل الحافز للمعادن
Phosphoric acid	تكسر المواد المتأكسدة وعامل كلابى للمعادن وتزيل الصوغ.
Nitrogen	يزيح الهواء الجوى

الهدرجة Hydrogenation

وهى عبارة عن اضافة غاز الايدروجين الى روابط الكربون الغير مشبعة فى الاحماض الدهنية. وتكون النتيجة تحول الكثير من الاحماض الغير مشبعة وليس كلها الى أحماض مشبعة. ولهذا يكون الدهن الناتج أكثر صلابة وله نقطة انصهار أعلى ولهذا السبب غالبا ماتسمى هذه العملية بعملية التصلب.

وباقلال درجة عدم التشبع هذه، فإن عملية الهدرجة طبيعياً تعزز زيادة الثبات ضد الأكسدة والتزنخ، كذلك تحسن اللون، وفى حالة الزيوت البحرية تزيل رائحتها المميزة.

ويحتاج تفاعل الهدرجة الى عامل مساعد، والذى يكون عادة نيكل منشط مثبت مع حامل مناسب مثل كيسلجهر kieselguhr . ويحضر بواسطة ترسيب ملح النيكل مثل الكربونات أو الفورموات على الحامل وبعدئذ تعلق المادة الحاملة فى الدهن. ويختزل ملح النيكل الى معدن النيكل بواسطة الهيدروجين النقى عند درجة حرارة ٣٠٠ - ٥٠٠°م .

والأيدروجين اللازم للتفاعل يمكن انتاجه بعدة طرق مختلفة منها طريقة التحليل الكهربى للماء.

وتتم هدرجة الزيوت عن طريق خلط الزيت السائل والايدروجين الغازى والعامل المساعد الصلب تحت ظروف معينة من الضغط والحرارة. ويمكن انجازه فى عدة أشكال من المفاعلات. ولكن فى الأساس يمكن اجراؤه فى مفاعل على شكل وجبات لأنها تكون أكثر مرونه.

وفى نظام تشغيل الوجبات يخلخل وعاء التفاعل تماما من الهواء الجوى بعد ملئه بكميات الزيت، ويمكن رش مخلوط الزيت مع العامل المساعد عند قمة الوعاء المحتوى على غاز الايدروجين ثم يدور بهذه الطريقة حتى تحصل على الدرجة المطلوبة من الهدرجة، أو يمكن نفخ الايدروجين من قاع وعاء التفاعل المحتوى على الخليط المقلب ميكانيكياً من الزيت والعامل المساعد ويدار غاز الهيدروجين حتى نحصل على الهدرجة الكافية.

مواصفات زيت النخيل الخام

١ – أحماض دهنية حرة	٢ – ٥ ٪
٢ – الفوسفاتيدات (الصمـوغ)	٠,٠٥ – ٠,١ ٪
٣ – كحولات ثلاثى تربين (ستيرولات)	٠,١ – ٠,٢ ٪
٤ – توكوفيرولات (مضاد أكسدة طبيعية)	٠,٠٦ – ٠,١ ٪
٥ – كاروتينات (مواد ملونة)	٥٠٠ – ٢٠٠٠ جزء فى المليون
٦ – كلوروفيل – فيوفيتين (مواد ملونة)	لايوجـــد

مواصفات زيت الصويا الخام

١ – الفوسفاتيدات	١,٥ – ٢,٥٪ (١ – ٣٪)	
٢ – الفوسفور	٦٠٠ – ٨٠٠ جزء فى المليون	
٣ – المواد الغير قابلة للتصبن	١,٦٠ ٪	
٤ – الاستيرولات	٠,٣٣ ٪ (٠,٤ – ٠,٧ ٪)	
٥ – التوكوفيرولات	٠,١٥ ٪ (٠,٠٦ – ٠,٢ ٪)	
٦ – الهيدروكربونات	٠,٠١٤ – ٪	
٧ – الأحماض الدهنية الحرة	٠,٣ – ٠,٨ ٪	
٨ – كاروتين	٢٥ – ٤٠ جزء فى المليون	
٩ – كلوروفيل	١ – ٢ جزء فى المليون	
١٠– اثار المعادن :		
الحديد	١ – ٣	جزء فى المليون
النحاس	٠,٠٣	جزء فى المليون
الكالسيوم والماغنسيوم	٨٠ – ٢٠٠	جزء فى المليون

نوعية (مواصفات) quality زيت الصويا الغذائي

١ – عديم النكهة.	
٢ – اللون (حد أقصى)	أصفر ٢٠ – أحمر ٢
٣ – أحماض دهنية حرة ٪ (حد أقصى)	٠,٠٥
٤ – المظهر	رائق وبراق
٥ – اختبار التبريد (حد أدنى)	٥,٣٠ ساعة.
٦ – الرطوبة والمواد المتطايرة ٪ (حد أقصى)	٠,١
٧ – المواد الغير قابلة للتصبن (حد أقصى) ٪	١,٥
٨ – رقم البيروكسيد (حد أقصى)	٢,٠ ملليجرام / كجم
٩ – الثبات (حد أدنى ٨ ساعات)	٣٥ ملليجرام / كجم

وأفضل نوعية للزيت يمكن الحصول عليها عندما يكون :

١ – اللون	أصفر ١٠ – أحمر ١
٢ – أحماض دهنية حرة ٪	٠,٠٣
٣ – فوسفور (حد أقصى)	٢ جزء فى المليون
٤ – حديد	٠,١ جزء فى المليون
٥ – النكهة	٧,٥ – ٨

ويتم هذا الاختبار باستخدام حاستى الشم والتذوق ويقوم بها . (أفراد متخصصون)

ذكرت بعض المراجع أنه يجب ألا يزيد مستوى الفوسفور بالزيت النهائى عن ٣ جزء فى المليون (وبعض الآراء الأخرى افترضت الا تزيد عن ١ جزء فى المليون) حتى لايتأثر ثبات الزيت النهائى نحو الأكسدة وثبات لونه.

نكهة زيت فول الصويا

يتكون زيت فول الصويا من العديد من الأحماض الدهنية أهمها مايلى :

الأحماض الدهنيـــة	٪	معدل الأكسدة النسبى	درجة الانصهار
المشبعة بالمتيك (ك ١٦)	١٠,٧	–	
استياريك (ك ١٨)	٣,٩	١	٧٠°م
	١٤,٦		
الغير مشبعة			
أوليك (ك ١٨–١)	٢٢,٨	١٠	١٦°م
لينوليك (ك ١٨–٢)	٥٠,٨	١٠٠	–٧°م
لينولينيك (ك ١٨–٣)	٦,٨	١٥٠	–١٣°م
	٨٠,٤		

ومنها نجد أن :

أ– نسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع = ٥٧,٨٪

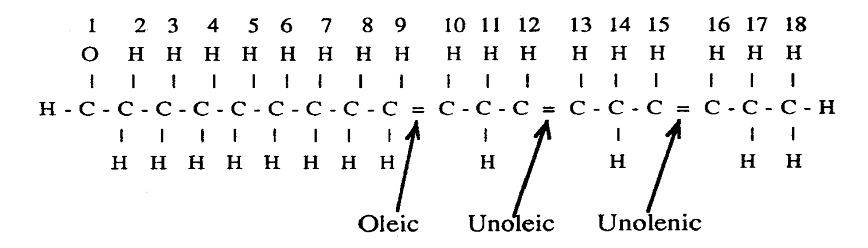
ب– نسبة الأحماض الدهنية لحمض اللينولينيك = ٦,٨ ٪

وهذان العاملان يعنيان أن زيت فول الصويا عرضه للأكسدة ومن ثم فإن الزيت يحتاج الى تشغيل جيد.

وعند اتباع أفضل أساليب التشغيل العملى أمكن انتاج زيت فول صويا عالى الجودة بدلا من اجراء عملية الهدرجة وعملية التبريد winterization والتى يعتقد دائماً أنهما ضروريان.

فمن المعروف أن أحماض اللينولينيك غير ثابتة نحو الأكسدة ووجودها فى الزيت يسهل تطور النكهة والرائحة الغير مقبولة، وتقل هذه المشكلة عند تحويل الحمض الى حمض

اللينوليك بعملية الهدرجة التى تحول الزيوت السائلة الغير ثابتة نحو الأكسدة الى زيوت سائلة أكثر ثباتاً. أنظر الشكل التالى :



وبدلاً من إجراء عملية الهدرجة وعملية التبريد winterization التى يعتقد أنهما ضروريان لتحسين ثبات ونكهة ورائحة زيت فول الصويا، فقد أمكن انتاج زيت فول صويا عالى الجودة عند اتباع أفضل أساليب التشغيل العملى بدلا من إجراء عملية الهدرجة والتبريد.

الباب الثاني

المسليات (دهون القلي والمخبوزات)

(السمن الصناعي)

Shortenings (Baking and Frying Fats)

المسليات Shortenings :

وتعرف بأنها الدهون التى إذا أضيفت الى المخبوزات مثل الكيك cake أكسبتها سهولة فى الكسر أو القصف أو المضغ ولذلك تستخدم فى تحضير الأطعمة.

ولعدة سنوات مضت كانت المواد المستخدمة هى شحم الخنزير والدهون الحيوانية الأخرى والمسلى الصناعى الى أن تم إنتاج كميات كبيرة من زيت بذرة القطن كناتج ثانوى لنبات القطن أثناء الثلث الأخير من القرن التاسع عشر.

نبذة تاريخية :

فى التاريخ المبكر كان المصدر الهام للدهون التى استخدمها الانسان هى الحيوانات البرية المتوحشة وعندما عرف العناية بالحيوان أصبح المصدر الهام للدهون من الناحية التجارية هى الحيوانات الأليفة.

ومع تطور الصناعات المعتمدة على الحيتان والأسماك أصبح التزود بدهون الحيوانات الأليفة تدعمه الكميات الكبيرة من الزيوت البحرية المتنوعة المصادر.

وبالإضافة الى استخدام هذه الدهون كمواد غذائية فقد وجدت تطبيقات أخرى واسعة التنوع مثل استخدامها للتشحيم والتليين وصناعة الصابون.

وبتنوع استخدام الدهون أصبحت أكثر تصنيفاً وتحديداً للنوعية والمواصفات

المطلوبة -- ومن أهمها بلاشك القوام الخاص particular consistency للدهون وهو شديد الارتباط برقمه اليودى.

فعلى سبيل المثال عند درجة الحرارة العادية نجد أن قوام دهن جسم الخنزير قريب جدا من أفضل قوام يسهل اندماجه بالكيك cake والخبز والفطائر والمنتجات الأخرى التى لاتستخدم الخمائر، بينما يكون الدهن الحيوانى صلب جدا لهذ الغرض (فيما عدا عند درجات الحرارة العالية) بينما تكون الزيوت البحرية سائلة جداً.

ونظراً لانخفاض كميات دهن الخنزير كان أول انتاج للمسلى shortening يتم بتقليد دهن الخنزير عن طريق خلط دهن صلب مع دهن رخو soft ولذلك سميت بمركبات الخنزير lard compounds أو ببساطه بالركبات "Compounds" وقد بيعت كبدائل لدهن الخنزير.

المسليات Shortenings :

هو اختراع أمريكى نمى عند اتساع مساحة زراعة القطن وارتقاء صناعته بالولايات المتحدة الأمريكية وبالتالى زيادة انتاج زيت بذرة القطن فيما بين نهاية الحرب الأهلية وقرب القرن التاسع عشر.

وقد لعب صانعوا تعبئة اللحوم الأمريكان الكبار دوراً بارزاً فى تطور صناعة المسلى لأنهم قاموا بتنظيم التزود بالدهن الحيوانى الصلب وهو المكون الأساسى لانتاج المسلى ودخلوا فى هذا المجال لتسويق انتاجهم من الشحم Tallow ومن استيارين الزيت.

وتم انتاج أول مسلى لين plastic (semi-solid) shortenings بخلط blend كمية صغيرة نسبياً من استيارين الزيت oleostearine أو أى دهن صلب آخر مع كمية كبيرة نسبياً من زيت بذرة القطن ويسمى المنتج بمركبات المسلى compound shortenings .

وبدخول طريقة الهدرجة فى وجود حافز مساعد فى الولايات المتحدة عام ١٩١٠

أصبحت صناعة المسلى مستقلة عن صناعة تعبئة اللحوم وبدأ عصر جديد فى صناعة المسلى وسلك تطور صناعة المسلى مجريان مختلفان هما :

المجري الأول :

استمر معبئوا اللحوم فى تصنيع المسلى من نوع المركب compound أو المخلوط واستخدموا طريقة الهدرجة فقط لتصنيع زيوت عالية الصلابة أو الاستيارين النباتى ليكون بديلا للاليواستارين oleostearine وبذلك كانوا يقدمون المسلى ناتج الهدرجة كبديل لدهن الخنزير.

المجري الثاني :

قام به المصنعون الآخرون وكانوا بعيدوا النظر بقدر كاف وقدموا انتاجهم على أساس أنها مادة غذائية جديدة ذات خواص مختلفة عن خواص دهن الخنزير التقليدى وسقط اسم دهن الخنزير أو المركب وحل محله اسماء خاصة لاتذكرنا بأى منتج حيوانى.

واصبح من الممكن تصنيع مسلى مهدرج باستخدام زيت واحد مهدرج أو من خليط مكون من نوعان و أكثر من الزيوت المهدرجة.

فعلى سبيل المثال يمكن خلط زيت النخيل المهدرج جزئيا أو زيت بذرة القطن المهدرج جزئياً مع زيت فول الصويا المهدرج جزئياً لتحسين خواص الأداء الجيد مثل :

أ) القوام الكريمى (الزبدى) creamy consistency

ب) الثبت الجيد أثناء التخزين.

وقد أختار أحد صانعوا المسلى الكبار هدرجة كمية الزيت بالكامل الى القوام المطلوب بدلا من اضافة نسبة صغيرة من المواد عالية الهدرجة. وهذه الطريقة للتصنيع أعطت منتجاً أكثر إنخفاضاً فى رقم اليود عن خليط الهدرجة العادى وبالتالى تحسين ثبات

المسلى.

وحتى عام ١٩٦١ كان تصنيع أغلب أنواع المسلى النباتى المهدرج المنزلى يتم تحت الظروف التى تقلل نسبة الأحماض عديدة عدم التشبع الى حوالى ٥-١٢٪ وقد لاقت هذه المنتجات قبولا ممتازا من المستهلك لما لها من درجة عالية من الثبات.

ومنذ عام ١٩٦١ وبناء على البحوث العلمية التى تفضل زيادة هذه الأحماض الى ١٠-٣٠٪ فقد تم إنتاج مسلى يحتوى على هذه النسبة.

وفى الوقت الحالى يقوم بعض صناع المسلى ببيع منتجات المسلى السائل المكونة من زيوت نباتية سائلة أو خفيفة الهدرجة تحتوى على ٣٠-٥٠٪ أحماض دهنية عديدة عدم التشبع وتستخدم هذه الزيوت فى إنتاج بعض أنواع الخبز التجارى وفى عمليات القلى frying .

الأحماض الدهنية المكونة للمسلي المنزلي النموذجي

مكونات المسلى	مشبع ٪	أحادى عدم التشبع ٪	عديد عدم التشبع ٪
دهون نباتية	٢٤ - ٣٠	٤٣ - ٦٥	١٠ - ٣٠
دهون نباتية وحيوانية	٤٠ - ٤٩	٤٦ - ٥١	٤ - ١١

وقد أدت التحسينات المتتالية فى الطرق الفنية technique للهدرجة الى تمكين المصنعون من تخفيض رقم يود المسلى وتحسين مقاومته للأكسدة، وقد لاقى المسلى المصنع بطريقة هدرجة الزيوت معاً (ككل) استحساناً خاصا بسبب الخواص الفائقة للمسلى التالية:

١ - التعادل neutrality

٢ - الثبات stability

٣ - التماثل uniformity

وفى آخر الأمر قام جميع صناع المسلى بما فيهم شركات تعبئة اللحوم بتصنيع هذا المسلى وأن كان بعضهم استمر فى تصنيع مسلى من نوع المركب للاستعمال المنزلى. وعلى المدى الطويل من المنافسة بين شحم الخنزير والمسلى النباتى ظهر فى الوقت الحالى اخفاق شحم الخنزير.

وترجع الدرجة العالية من الأفضلية للمسلى عن شحم الخنزير الى خواصها الطبيعية الفائقة. فأغلب شحم الخنزير الأمريكى ليس فقط ألين softer من المطلوب ولكن أيضاً غير متماثل nonuniform فى القوام بسبب اختلاف التركيب حسب نوع غذاء الخنازير والعوامل الأخرى. كما أن دهن الخنزير أيضا لايعطى قوام القشدة cream الجيد عند تصنيع الكيك cakes والأغذية الحلوه. إذ أن مناصرى التجارة يرغبون فى :

أ – خواص الخلط الجيدة والمكسبة للقوام القشدى.

ب – الثبات العالى والتجانس المتماثل.

وفى أوربا تصنع الزيوت النباتية والبحرية أساساً إلى المرجرين margarine الذى يصنع بحيث تكون خواصه أقرب ما يمكن الى خواص الزبد butter وعلى كل حال فإن البلاد الأمريكية وبخاصة الولايات المتحدة الأمريكية تستخدم الجزء الأكبر من هذه الزيوت فى صورة المسلى shortening المشابه تقريباً لدهن الخنزير lard .

عوامل المسلي اللين

" Plastic shortening agents "

تطلق عبارة "عوامل المسلى اللين" على الدهون النقية ذات القوام الذى يكسبها سهولة فى :

١ – البسط spread

٢ – الخلط mixed

٣ – التشغيل worked

ومنتجات دهون هذا القسم تسمى بالمسلى shortening وتتكون من :

١ – منتجات دهن الخنزير والزيوت النباتية.

٢ – منتجات الدهون الحيوانية والزيوت النباتية.

وقوام هذة المنتجات يشبه قوام دهن الخنزير.

ولايدخل فى هذا التقسيم كل من :

١ – دهن الألياف leaf fat

٢ – الشحم suet

٣ – الأنسجة الحيوانية الدهنية الأخرى

٤ – الزبد الصلب المستخدم فى صناعةالحلويات

٥ – الزبد والمرجرين التى ليست دهون نقية ولكنها مخاليط أو مستحلبات من الدهن مع محلول مائى.

ليونة الدهون Plasticity in fats

التركيب البنائي الطبيعي للدهون physical structure of fats

إن المظهر العابر لدهن مثل شحم الخنزير أو المسلى shortening يكون لين soft ولكنه فى الواقع صلب متجانس تقريبا – وعلى كل حال فإنه يبدوا تحت الميكروسكوب على أنه يتكون من كتلة من البلورات الصغيرة جدا التى تحبس enmeshed داخلها كمية كبيرة جداً من الزيت السائل.



– الصورة على اليسار لمسلى مكون من زيت بذرة القطن المهدرج.

– الصورة على اليمين لمسلى مكون من شحم خنزير مهدرج.

وهذة البلورات غير متصلة ببعضها فلاتكون بناء مستمراً، ولكن كل منها عبارة عن جزء particle منفصل وغير مترابط، وتستطيع تحت تأثير إجهادات القص shearing stresses أن تتحرك مستقلة عن البلورات الأخرى. وبذلك فإن للدهن تركيب بنائى متميز من الصلابة والليونة.

نظرية الليونة Theory of plasticity :

إن الصفة المميزة للمواد المرنة plastic substances هى :

أ - مسلكها كمواد صلبة.

ب - مقاومتها الصغيرة جداً للاجهاد stress .

فعند تعرضها لاجهاد تشويه deforming stress أعلى من قيمة محددة فإنها تسيل فى الحال مثل السوائل. أما الدهون أو المواد الأخرى ذات القوام متماسك الليونة firm plastic فلاتنساب ولاتهبط ولايحدث لها أى تشويه من أى نوع تحت تأثير وزنها بالرغم من سهولة صبها فى قوالب أو نشرها فى أى شكل مطلوب.

والشروط الثلاثة الأساسية لليونه plasticity المادة هى :

١ - يجب أن تتكون من صنفان two phases أحدهما صلب والآخر سائل و أن يكون لهما قدرة العمل كصلب أو سائل.

٢ - يجب أن يكون الصنف الصلب فى حالة إنتشار جيد بقدر كاف داخل الكمية كلها لكى يترابطان معا بفاعلية بواسطة قوى التماسك الداخلى. كما يجب أن تكون جسيمات الصلب صغيرة بدرجة تكفى لاهمال قوة الجاذبية الواقعة على كل جسيم بالنسبة الى جاذبية التصاق adhesion الجزىء بالكتلة. وأن الثقوب أو الفتحات بين الجسيمات يجب أن تكون صغيرة جدا لدرجةأهمال ميل tendency الصنف السائل من الانسياب أو التسرب من هذه المادة.

٣ - ملاءمة النسبة بين الصنفين. إذ يجب أن تكون جسيمات الصلب قليلة حتى يمكن للكتلة أن تنساب بدون أن تشكل هذه الجسيمات أى تجلط واختناق. ومن ناحية أخرى يجب ألا تكون جسيمات الصلب هى الغالبة حتى لاتشكل تركيب بنائي شديد التماسك.

وحسب مفهوم الليونة المتطور بواسطة بنجام Bingham وآخرون، فإن المواد

الصلبة اللينة plastic solid لها خواص متميزة وهى "أن جسيماتها الصلبة تميل الى اتخاذ شكل التحام jams أو أقواس arches لتساند المادة ضد قوى القص shearing stresses. ولهذا فإنه :

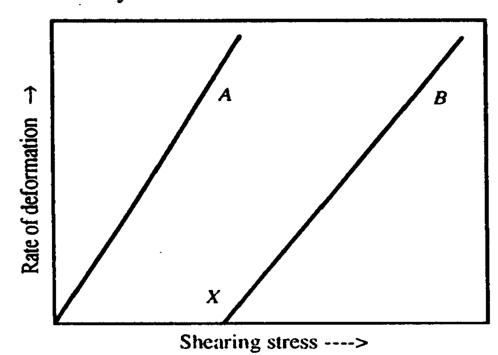
أ – عند تطبيق إجهاد صغير (مثل قوة الجاذبية) لايحدث إنسياب أو حركة للمادة.

ب – عند تطبيق قوة تكفى لتحطيم هذه الالتحامات أو الأقواس فإن المادة تتخلى عن إنحدارها الشديد ويحدث لها انسياب مرن.

الاختلاف بين المادة اللينة والمادة اللزجة :

الشكل التالى يوضح الاختلاف الاساسى بين المادة اللينة والمادة اللزجة عند تعرضهما لاجهاد التشويه ومعدل التشويه deformation الذى يحدث لكل منهما

Baley's Industrial Oil and Fat Products.



منحنيات التشويه المثالية لكل من :

A المادة اللزجة

B المادة اللينـة

X نقطة الاذعان للمادة اللينة

ومن الشكل نجد مايلى :

أ – بالنسبة للمادة اللزجة : عند الزيادة الضعيفة جدا لاجهاد التشويه تحدث بعض درجات التشوه ومن ثم يعبر عن قوام مثل هذه المواد باللزوجة أو ميل المنحنى الصاعد فى خط مستقيم عن الأصل.

ب – بالنسبة للمادة المرنة : تمتص بسهولة الاجهادات المحدودة المطبقة على المادة بدون حدوث تشوه دائم. وفى الواقع يعبر عن قوام المادتين كما يلى :

١ – قيمة الاذعان yield value والممثلة فى الرسم البيانى بالمسافة الأفقية الممتدة من نقطة الأصل والنهاية الصغرى للمنحنى الخطى.

٢ – باللزوجة الممثلة كما سبق بواسطة ميل هذا المنحنى.

وفى الدهون كما فى المواد المرنة الأخرى تتفق اللزوجة العالية مع الأرقام الناتجة. وقد أوضحت التقديرات المستقلة لهذان العاملان والتى تم اجراؤها بعناية فائقة على دهون مختلفة وجود بعض التغيرات فى اللزوجة عند قيمة الإذعان الناتجة a given yield value حسب تكوين الدهن . وعلى كل حال فإن مثل هذه التغيرات لاتلاحظ.

يعتمد مدى ليونة المادة على مايلى :

١ – شكل الجسيمات.

٢ – متوسط حجم الجسيمات.

٣ – توزيع الجسيمات.

أولاً : شكل الجسيمات :

وحسب ما أعلنه بنجام Bingham – فإنه عندما تكون الجسيمات الصلبة للمادة متخذة الشكل الكروى المنتظم فإن الحد الأعلى لكمية الصنف الصلب تكون متقاربة تقريبا للحد الأعلى للكمية التى نحصل عليها للشكل المكعب والتى تكون حوالى ٣٦-٥٢٪ بالحجم.

بينما يختلف كثيراً الحد الأدنى باختلاف حجم الجسيمات وخواص المادة، ولكن فى العادة يكون فى حدود ٥ إلى ٢٥٪.

ونظراً لأن نسب الصلب فى الدهون تختلف باستمرار مع التغير فى درجات الحرارة، فإن جزءا كبيرا من تأثير الحرارة على قوام الدهن يمكن أن يعزى الى التغير فى نسب الجزء الصلب الى الجزء السائل.

وهناك عامل آخر كبير، هو تأثير الحرارة على لزوجة الصنف السائل والتى يمكن تقديرها بحوالى ٣٠ – ٥٠٪ من جملة تغيرات القوام.

ثانياً : متوسط حجم الجسيم :

العامل الثانى الذى يؤثر على تماسك firmness مرونة المادة هو حجم جسيمات الصلب. فعند ثبات العوامل الأخرى، تزداد صلابة المادة مع صغر حجم الجسيمات، بسبب ازدياد فرصة الجسيمات للتماس وارتفاع الاحتكاك حتى يتغلب على أسباب انسيابه.

والبلورات التى تشبه الابر الطويلةتميل الى التشابك، لذلك فإن لها تأثير مصلب stiffing واضح عن البلورات ذات الحجم المساو لحالة التبلور الأكثر تزاحماً .

وقد تؤثر عوامل أخرى عل كل من تماسك firmness المادة وعلى نسبة الصلب الى السائل التى يكون خلالها فى حالته اللينة وهذه العوامل هى :

١ – درجةالتجاذب المتبادل بين جزيئات الصلب وميلها الى تكوين تجمعات.

٢ – المدى الذى يسمح للصنف السائل بتشحيم lubricates الجسيمات الصلبة عند نقاط التلامس المتبادل.

٣ – صلابة rigidity الجسيمات.

أما بخصوص مايسمى بتسيل قوام المادة. فقد تنخفض درجة القوام عند التقليب أو التشغيل ثم يعود الى قيمتها الأصلية ببطء عند تركها للراحة. وقد تكون أسباب حدوث هذا التأثير مايلى :

أ – أن جسيمات الصلب تنظم اضطرارياً أثناء التشغيل . أو

ب – أن تفقد اضطرارياً جزء من قوى الالتصاق المتبادل.

العوامل المؤثرة على القوام

(يسمي القوام بقوة التماسك Stiffing power)

١ - كمية المادة الصلبة : -

أن العامل المباشر والملاحظ المؤثر على قوام الدهن هو نسبة المادة التى توجد فى صورة الصنف الصلب وبالطبع يصبح القوام أكثر تماسكا firmer كلما ارتفعت نسبة المادة الصلبة .

ويبدأ دهن الخنزير والمسلى فى الحصول على القوام الذى يكفى للحفاظ على الشكل الجيد عندما تكون نسبة الصلب (بالوزن) ٥ ٪ ، ثم يميل الى التشقق crack بدلا من الانسياب تحت تاثير الاجهاد عندما ترتفع نسبة الصلب الى ٤٠ - ٥٠ ٪ وبالطبع فإن هذا المدى إلى حد ما يكون أكبر من المدى الذى خلاله تكون هذه الدهون سهلة الفرد spread أو التشغيل فى عمليات الخلط .

ويمكن ملاحظة التغير الكبير فى القوام عند حدوث تغير بسيط فى نسبة الصلب ، فعلى سبيل المثال نجد أن المسلى النموذجى يحصل على أفضل قوام له بالنسبة لسهولة الخلط والتشغيل عندما تكون نسبة الصلب فيه حوالى ١٥ - ٢٥ ٪ وأن زيادة نسبة الصلب بمقدار ١ ٪ سوف يلاحظ تاثيرها على القوام .

وفيما يلى جدول يبين تاثير نسب المادة الصلبة (محسوبة بمقياس تمدد السوائل dilatometric) على قوام (مقاس بواسطة الاختراقات الدقيقة micro penetrations) عينة مثالية من مسلى مصنوع من زيوت كلها مهدرجة (مكونة من زيوت نباتية مهدرجة جزئيا مخلوطة مع نسبة صغيرة من زيت عالى الهدرجة) .

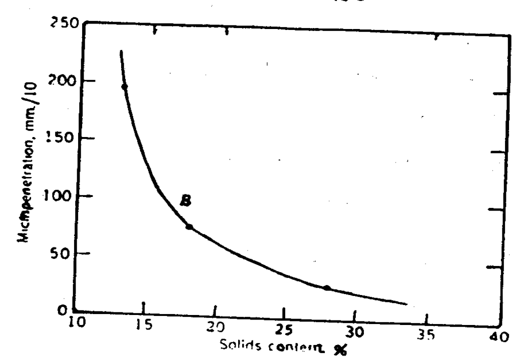
والجزء الهام من تكنولوجيا الدهون الغذائية يهتم بخلط الجلسريدات بالأسلوب الذى يجعل منتج الدهن لين ومنصهر soft and melt أو يظل لين وسهل التشغيل داخل المدى المناسب لدرجات الحرارة .

جدول يوضح الاختراق الدقيق micropenetration ونسبة الصلب المقدرة عند درجات حرارة مختلفة لعينات نموذجية من المسلي

درجة الحرارة (°م)	مسلى	
	نسبة الصلب	الاختراق الدقيق (مم / ١٠)
٥٠	صفر	–
٤٥	٢,٩	–
٤٠	٥,٧	–
٣٥	٩,٤	٣٣٦
٣٠	١٢,٩	٢١٢
٢٥	١٤	١٠١
٢٠	١٦,٧	٤٥
١٥	٢١,٧	٢٤
١٠	٢٧,٨	١٦
٥	٣١,٤	–

والرسم البيانى يوضح العلاقة بين نسبة الصلب والقوام لشحم البقر

Bailey's Industrial Oil and Fat Products



وعند مناقشة العوامل الملينة للمسلى plastic shortening agents فإن المطلوب هو أقصى مدى لليونة maximum plastic range ولمدى الليونة حالتان : -

الأولى : مدى طويل من الليونة Long plastic range ويمكن الحصول عليه بعمل مخاليط مكونة من : -

أ - جلسريدات ذات درجات انصهار واسعة الاختلاف widely different

مع ب - وجود كميات صغيرة من جلسريدات لها درجة انصهار أعلى .

الثانية : مدى قصير من الليونة short plastic range وهذا الخليط تكون درجة انصهاره ودرجة ليونته واضحة sharp ويمكن الحصول عليه بعمل مخاليط مكونة من : -

أ - جلسريدات ذات درجات انصهار منخفضة .

مع ب - وجود كميات كبيرة من جلسريدات ذات درجات انصهار أعلى ومكونة من قسم واحد single class ينصهر داخل مدى متقارب .

٢ - حجم البلورات size of crystals : -

كما ذكرنا من قبل ، يتأثر قوام المادة اللينة بـــ : -

أ - حجم الجسيم الصلب

ب - اجمالى الحجم الكلى للجسيمات

ويزداد تماسك firmer المادة كلما صغر متوسط حجم الجسيم وتصبح الين softer كلما زاد متوسط حجم الجسيم .

ولهذا السبب فإن الشحم المحبب grainy يكون ألين من الشحم الناعم smooth

وكذلك نجد أن المسلى المنصهر الذى يتجمد ببطء يكون ألين من نفس المسلى الذى يتجمد فى الحال باستخدام درافيل تبريد chill roller أو باستخدام ماكينة تبريد votator chilling machine .

وقد وجد أن :

أ – الدهن الذى يبرد بسرعة كبيرة تكون بلوراته أصغر ما يكون ، وهذه البلورات الدقيقة الناتجة تكسب المنتج ما يلى : –

– مدى واسع من الليونة

– مظهر ناعم smooth

– أقصى درجة من التماسك

ب – الزيوت النباتية المهدرجة المختلفة وكذلك الشحوم الحيوانية ومنتجات الشحوم الحيوانية عند تبريدها بسرعة تكون بلورات متساوية الحجم . وهذه البلورات تكون صغيرة جدا لدرجة أنه يصعب عمل أى تقديرات مضبوطة لحجمها ، ولكن قد يكون طولها حوالى ٢ أو ٣ ميكرون .

وعلى كل حال فإن شحم الخنزير له صفة خاصة عند تجمده تحت نفس الظروف حيث ينتج بلورات كبيرة وبصفة خاصة بعد الهدرجة الخفيفة لشحم الخنزير يسهل ملاحظة بنائه البلورى الخشن . وبعض بلورات شحم الخنزير المهدرج يصل طولها أكثر من ٢٠ ميكرون . وإذا فرض أن بلورات شحم الخنزير وشحم الخنزير المهدرج تكون كبيرة فى جميع أبعادها بمقدار خمس مرات عن ابعاد المسلى النباتى ، فإن ذلك يعنى أن كمية معينة من المسلى سوف تحتوى على عدد من البلورات = ١٢٥ مرة من البلورات التى تحتويها فى حالة شحم الخنزير .

٣ – صمود أنوية البلورة Persistence of crystal Nuclei

عند تداول وتخزين المنتجات اللينة بعد تجمدها تتعرض إلى تغيرات كبيرة فى درجات حرارتها . وكل مرة ترتفع فيها درجة حرارتها يسيل جزء من الدهن المجمد وعندما يبرد ثانية فإن هذه الجزء يتصلب مرة أخرى . وإذا كان التغير فى درجة الحرارة كبيرا ، فإن

الجزء المنصهر من الجلسريدات الصلبة يكون أكبر وعندما يعاد تجمد بلوراته فإنها تكون مختلفة عن البلورات المتكونة أصلا فى الدهن لأن التبريد الذى يحدث تحت هذه الظروف يكون أبطأ كثيرا عن التبريد الذى حدث عند تجميد الدهن أولا . وفى العادة تكون بلورات التبريد البطىء خشنة ، وقوام الدهن الممكن توقعه يعتمد كثيرا على المدى الذى سخن ولين softened اليه الدهن .

وفى الواقع يعتمد قوام الدهن إلى حد ما على المعالجة الحرارية المسبقة . فإذا كانت عينة المسلى المجمدة حديثا وضعت فى الحال فى حمام درجة حرارته ثابته عند ٢١°م ، فإنها تكون أصلب نوعا عن عينة مماثلة حفظت عند درجة حرارة ٢٩,٥°م لمدة ٢٤ ساعة ثم خفضت إلى درجة حرارة ٢١°م .

وتعتمد قدرة الدهون على الاحتفاظ ببلوراته الأصلية بعد تعرضه للتقلبات الحرارية وانصهار أو اذابة جزء من بلورات الدهن على ما ظل به من أنوية غير مرئية والتى تعمل كنقط بداية عند تكوين بلورات جديدة عندما يبرد الدهن مرة أخرى .

وفى خليط مكون من : -

أ - زيوت رخوة soft oils

ب - دهون صلبة جدا

نجد أن بلورات الجلسريدات ثلاثية التشبع trisaturated glycerides لها قوة تماسك stiffing power أكبر من بلورات الجلسريدات ثنائية التشبع disaturated glycerides للمواد المهدرجة جزئيا أو المواد الأخرى الأكثر تجانسا .

ومن المحتمل أن تكون أكثر صلابة rigid وأقل سهولة للتشويه تحت اجهاز القص وقد لاحظ سولتوفت soltoft أن مثل هذا الخليط تكون لزوجته أعلى قليلا .

وقد ظهر أن الجلسريدات ثلاثية التشبع يكون لها تأثير تماسك أقوى عندما تكون فى صورة B` عن صورة B بسبب حالة البلورة الأكثر تلاحما للصورة الأخيرة .

وأن خليط جلسريدات ثلاثية التشبع له تأثير تماسك أكبر من الدهن المكون من حمض دهني مفرد ، ومن المحتمل بسبب افتراض قلة الصورة B .

٤ – التطبيع التعديل Tempering : –

عند تطبيع tempering المسلى أو أى دهن آخر عند درجة حرارة أقل من درجة الانصهار فإن ذلك يكسبها : –

أ – تأثير ملين softening effect ثابت .

ب – بلورات أكثر صلابة .

وبذلك يتحسن القوام الزبدى creamy للدهن .

ويمكن تفسير التطبيع tempering على أنه عملية عدم مزج unmixing لأن البلورات المركبة من جزيئات عدد من جلسريدات مختلفة بشكل كبير فى درجات الانصهار تعيد تكوينها لتعطى نسبة أصغر من بلورات ذات تجانس أكبر .

٥ – التشغيل الميكانيكي mechanical working

قد يؤثر التشغيل الميكانيكى كثيرا على قوام الدهن اللين فالمسلى المجمدة نتيجة التبريد الميكانيكى تظل غالبا فى تحالة تقليب حتى يتم التبلور الكامل للمادة شديدة التبريد.

وتظهر الدهون ظاهرة تسيل القوام phenomenon of thixotropy الى درجة كبيرة ، وتصبح ألين اضطراريا أثناء عمليات الخلط أو التشغيل الأخرى . ولا يعرف سبب حالة التسيل الدقيقة فى الدهون ، وربما تكون نتيجة : –

أ – حدوث هدم ضعيف لجسيمات البلورة خلال التشغيل .

ب – ضعف ميل البلورات نحو الالتصاق .

جـ – نمو البلورات معاً عند تركها للراحة .

د – تنظيم البلورات تحت اجهاد القص .

أما اذا اخفق الحصول على التقليب الجيد كانت صلابة المسلى غير عادية بسبب نمو البلورات مع بعضها فى صورة شبكة مستمرة .

تقدير القوام أو الليونة Evaluation of consistency or plasticity

كما ذكر من قبل يمكن تقدير كل من : –

أ – قيمة الاذعـــان yield value للدهن .

ب – لزوجة الدهن بعد ازدياد قيمة الاذعان .

وفى المعامل الصناعية تحدد قيمة (رقم) القوام عمليا بوحدات مطلقة تعتمد على كل من قيمة الاذعان واللزوجة .

وفى الوقت الحالى لا توجد طريقة مثلى لقياس القوام أو الليونة أن الطرق شائعة الاستخدام يمكن تقسيمها الى ثلاثة مجموعات هى : –

المجموعة الأولي : اعداد مقياس اختراق الشحم grease penetro meter (حسب مواصفات الهيئة الأمريكية للمواد والتحاليل (١) ASTM) مع اجراء بعض التعديلات فى أبعاد ووزن مخروط الاختراق ، ويمكن تطبيق الاستخدام مباشرة على عينات المنتجات تامة التصنيع اللينة ويجب أن تكون العينة المختبرة صغيرة لكى تكون مناسبة للأبعاد المحددة لمقايس الاختراق ، وبالتالى فإن قياس قوام المسلى بهذه الطريقة يحتاج فى العادة إلى نقل العينة من عبوتها الأصلية .

المجموعة الثانية : اسقاط ابرزات ابعاد مختلفة فى عينات من الدهن الذى تبلور وعدل بصفة خاصة لهذا الاختبار .

---

(١) American Society for Testing and Materials=A S T M

المجموعة الثالثة : استخدام اجهزة مثل مقياس القوام Bloom consistometer الذى يبين القوة اللازمة لدفع غاطس plunger ذو أبعاد قياسية فى العينة. وهذه الطريقة لها مزاياها من البساطة والسرعة وفى الواقع يمكن اجراء هذه القياسات على المسلى التام فى عبوة من أى حجم بدون اتلاف نظام المنتج .

والشائع هو قياس قوام المنتج عند درجات حرارة مختلفة لتحديد مدى الليونة وهو مدى درجات الحرارة التى يمكن تشكيل المنتج خلاله .

وتبين العلاقة بين " القوام – درجات الحرارة " بعض الدلائل عن الخواص العامة للمنتج ككل .

أهمية الليونة للدهون الغذائية : –

أن خاصية الليونة ضرورية فى العديد من المنتجات الدهنية ومن هذه المنتجات ما يلى : –

١ – الزبد butter

٢ – المرجرين margarine

٣ – منتجات أخرى تسمى منتجات المائدة table spreads

٤ – الدهون المستخدمة على شكل عوامل للمسلى shortening agents فى المنتجات المعباة وأفضل مثال لذلك هو بسط spreading الزبد على الخبز .

وعند خلط الدهون اللينة فى صورة عجين dough أو الخض batter (المضروبة بشدة) فإنها تستطيع أن تنبسط على صورة شرائح أو رقائق – بينما تحت نفس الظروف نجد أن الزيوت السائلة تستطيع فقط من الانتشار على شكل قطرات أو كريات .

ومن الطبيعى أن تستطيع شرائح الدهن أن تدهن lubricate مساحة أكبر من

الأسطح وهى على صورة عجين dough عن القطرات المستديرة للزيت ، ولهذا فإن لها تأثير مدهن shortening effect أكثر .

وفى عملية خلط العجائن نجد أن الدهون اللينة بخلاف الزيوت السائلة تحتوى أو تحبس كميات كبيرة من الهواء . وعند تصنيع مخبوزات معينة وخاصة الكيك cakes أو المنتجات الأخرى التى تحتوى على الكثير من السكر . فإن التأثير المخمر لهذا الهواء ضرورى للغاية .

قوام الشحم الحيواني Consistency of Tallow

أن العوامل التى تؤثر على الرقم اليودى للشحم هى نفسها العوامل التى تؤثر على قوامه ، لأن هاتان الخاصيتان متلازمتان . ولكن عندما يكون الفرق فى عدم تشبع الدهن يقدر بوحدتين من الرقم اليودى فإنه لا ينعكس على قوام المنتج . وفى العادة يتناسب القوام أو التماسك firmness مع الرقم اليودى عكسيا .

ضبط القوام Adjustment of consistency

عندما يكون قوام المادة الدهنية ألين softer من المطلوب وخاصة فى المناخ الحار ، فمن الشائع عمليا تقويته stiffing عن طريق اضافة نسبة صغيرة من استيارين الزيت المهدرج تتراوح ما بين ٤ – ١٢ ٪ لنحصل على : –

أ – رقم يودى منخفض يصل فى العادة ١٠ أو أقل .

ب – التتر ٥٨ – ٦٠°م .

ونظرا لأن : –

١ – استيارين الزيت المهدرج قد تتغير درجة صلابته hardness وبالتالى صفات التقوية stiffening .

٢ – أنواع الزيت المهدرج تختلف فى قوامها وتحتاج الى درجات مختلفة من التماسك .

فإن اختيار الكمية المناسبة من الاستيارين الواجب اضافتها تكون مسألة صعبة .

ثبات الشحم الحيواني Stability of Tallow

لقد وجد أن ثبات الشحم الحيوانى أقل كثيرا عن مسلى الزيوت النباتية المهدرجة والمساوية له فى درجة عدم التشبع .

فعند اجراء اختبارات الأكسدة السريعة المتبعة فى طرق التحليل الرسمية الأمريكية AOM وجد أن الشحوم الحيوانية الاساسية المستخلصة بالبخار الأكثر ثباتا والتى لها رقم يودى ٦٢ - ٦٣ نادرا ما تزيد مدة حفظها عن حوالى ١٠ - ١٢ ساعة . أما زيوت بذرة القطن وفول الصويا وفول السودانى والتى لها نفس الرقم اليودى تكون فترة حفظها ما بين ٧٥ - ١٥٠ ساعة وترجع المقاومة المحدودة للشحم الحيوانى نحو الأكسدة لافتقاره الى مضادات الأكسدة الطبيعية .

وقد أحرز التقدم فى تحسين الشحم الحيوانى بمزيد من العناية فى التشغيل . وعلى كل حال فإن الثبات المحدود جدا ، بالمقارنة مع المسلى النباتى تقل فى المنتج فى حالته النقية .

ولتحسين ثبات الشحم الحيوانى يقترح اضافة مضادات الأكسدة الناتجة من النباتات الغذائية أو المواد الحيوانية اليه . ومن هذه المضادات الفوسفاتيدات والتوكوفيرولات الناتجة من زيت الفول السودانى وزيت الذرة وزيت بذرة القطن وزيت فول الصويا والارز والأنسجة الحيوانية الأخرى .

أ - الفوسفاتيدات : -

فى الواقع أن الفوسفاتيدات من أى مصدر تكون قليلة الفائدة فى الشحم الحيوانى العادى ، ففى غياب التوكوفيرولات أو مضادات الأكسدة الأخرى من نوع الفينولات نجد أن الفوسفاتيدات تحسن ثبات الشحم الحيوانى بدرجة قليلة فقط . ومن عيوبها ما يلى : -

١ – تجعل الدهن يحدث رغوة .

٢ – تميل الى انتاج رائحة سمكية فى الدهن بعد أن يصبح الدهن ضعيف الأكسدة .

وبسبب ميلها لانتاج رغوة ، فإن الفوسفاتيدات لا تضاف فى العادة الى أى دهن بكميات أكبر من جزء صغير من ١ ٪ .

ب – الزيوت النباتية : –

اجريت أبحاث على اضافة كميات صغيرة من الزيوت النباتية المختلفة الى الشحم الحيوانى – ومن هذه الزيوت المضافة : –

زيت النخـــيل

" السمسم المهدرج

" بذرة القطن الخام

" فول الصويا الخام

" " المهدرج

المتقطرات distillate الناتجة من نزع رائحة زيت السمسم بالبخار .

ولوحظ أن الزيوت النباتية تكون الى حد ما أكثر فاعلية فى زيادة ثبات الشحم الحيوانى عن الفوسفاتيدات وأن اضافة ٥ – ١٠ ٪ من أحد الزيوت السابقة يزيد فى العادة فترة الحفظ أكثر من الضعف للشحم الحيوانى العادى أو المهدرج .

جـ – التوكوفيرولات : –

من المواد المتاحة نجد مركزات التوكوفيرولات الناتجة من التقطير الجزيىء للزيوت النباتية أو الرواسب الطينية sludges فى جهاز نزع رائحة الزيوت النباتية . والمواد الغنية بالتوكوفيرولات (٠,٥ ٪) التى يمكن الحصول عليها من الاستخلاص بالمذيب لزيت جرمة

القمح wheat germ oil ويوصى بإضافتها الى الشحم الحيوانى والدهون الغذائية .

د – المركبات الكيميائية : –

بعض المركبات الكيميائية لها نشاط مضاد للأكسدة عند اضافتها الى الشحم الحيوانى منها : –

١ – hydroxychromans

٢ – hydroxycoumarans والمركبات المشابهة المرتبطة بالتوكوفيرولات .

٣ – caffeic acid

٤ – hydrocaffeic acid واستراته .

٥ – aldehydic carboxylic acids

مثل : galacturonic acid

٦ – الحمض الدهنى احادى الاسترات لأحماض

D - isoascorbic و L - ascorbic

٧ – dithiodipropionic acids واستراتهم .

٨ – أحماض B - mercaptopropionic الاستبدالية .

٩ – مختزلات aminohexose

١٠ – أنواع مختلفة من الفينولات الاستبدالية .

١١ – صمغ الجاوة Gum guaiac وهو منتج من أشجار أمريكية قارية يستخدم حتى نسبة ٠,٠٠٥ ٪ ويمكن بأسلوب فنى خاص اذابتها فى حمض الخليك ، واضافة المحلول الى الشحم الحيوانى قبل نزع الرائحة ويكون الشحم الناتج عديم الطعم وغالبا عديم اللون وذو نكهة جيدة وثابتة وتزداد فترة الحفظ عدة مرات عن

الفترة المقدرة بطريقة التحليل الأمريكية AOM بحوالى ٢٠ - ٢٥ ساعة .

وليس لصمغ الجاوة نفس قوة التأثير المضاد للأكسدة لبعض المواد الحديثة ، ولكن لها فائدة هامة فى استمرار حماية الدهن بعد ادماجه داخل بضائع مخبوزة مختلفة .

١٢ - nordihydroguaiaretic acid (N D G A) وهو حمض من أصل نباتى يستخدم كمضاد أكسدة للشحم الحيوانى ، واذا اضيف بتركيز ٠,٠١ ٪ أو أقل فإنه يطيل فترة الحفظ بصورة ملحوظة ، وعيبه الأساسى هو ضعفه النسبى فى البقاء داخل الأطعمة المحمرة .

HO, HO– C_6H_3 –$CH_2CH(CH_3)CH(CH_3)CH_2$– C_6H_3 –OH, OH

١٣ - Propyl gallate مضاد أكسدة أكثر فاعلية وبالتالى أقل تكلفة والى حد ما أسهل ذوبانا فى الدهون عن NDGA . ولكنه لا يعطى حماية جيدة للشحم الحيوانى المستخدم فى الأغذية المحمرة . والذى يعيب مركبات الجالات هو تكوينها للألوان الزرقاء وحتى البنفسجية عند وجود رطوبة أو حديد كما أنها تكون رواسب زرقاء إلى سوداء ترسب فى قاع خزانات الشحم الحيوانى .

١٤ - Butylated hydroxyanisole (B H A) وربما أصبحت أكثر مضادات الأكسدة استخداما وهى خليط من متماثلان هما : -

OCH_3 (1), $C(CH_3)_3$ (3), OH (4) — OCH_3 (1), $C(CH_3)_3$ (2), OH (4)

وبالرغم من أنه من المعروف أن ٣ ايسوميرات تكون أكثر فاعلية عن ٢ أيسومير، إلا أنه من الصعب انتاجها فى صورة نقية . وترجع أفضلية B H A اساسا إلى:

أ - بقائها الغير عادى فى البضائع المحمرة .

ب - لا تنتج أى مشاكل لونية .

جـ - معتدلة التأثير على نوعية الحفظ للشحم الحيوانى .

ولسوء الحظ فإن مادة B H A لها رائحة ونكهة فينولية يعترض عليها العديد من الناس . وتسبب شكوى المستهلك حتى لو أضيفت الى المسلى بأقل نسبة .

١٥ - Butylated hydroxytoluene (B H T) والى حد ما فإنها وسط بين مـادة B H A ومادة الجالات وهى :-

أ - لا تنتج الوان مع الحديد .

ب - لها رائحة ونكهة أقل من B H A

جـ - أكثر تأثيرا فى زيادة زمن الحفظ

د - أقل بقاءا فى البضائع المحمرة .

وفى الغالب تستخدم مختلطة مع مادة B H A

وكل من مادتى B H A و B H T تتطاير نسبيا وبالتالى فإنها تميل إلى الاختفاء بسرعة معتدلة من الدهن أثناء القلى ، وقد تتطاير كميا من الدهن تحت ظروف نزع الرائحة العادية .

وكل مضادات الأكسدة من النوع الفينولى بما فيها التى ذكرت سابقا تقوى عند وجود مخلقات حمضية معينة مثل : -

* حمض الخليك

* حمض الفوسفوريك

* أحادى ايزوبروبيل سترات

* جليسين

وفـــى العـــادة أحـــد هـــذه الأحـمـــاض مـخـتـلـطـا مع المثـبـطـــات الفينوليـــة Phenolic inhibitors

وفى الوقت الحالى أكدت الغرفة الزراعية بالولايات المتحدة أن عدد مضادات الأكسدة المستخدمة فى دهون اللحوم محدود .

وهذه المضادات هى : -

	Maximum Permitted
1. Resin guaiae	0.1 %
2. Nordihydroguaiaretic acid	0.01 %
3. Tocopherols	0.03 %
4. Lecithin	-
5. Butylated hydroxyanisole	0.01 %
6. Butylated hydroxytoluene	0.01 %
7. Propyl gallate	0.01 %
8. Citric acid	0.01 %
9. Phosphoric acid	0.01 %
10. Monoisopropyl citrate	0.01 %
11. Glycine	0.01 %

ويمكن استخدام مزيج مكون من نوعان أو أكثر من مضادات الأكسدة السابقة (رقم ٢ ، ٥ ، ٦ ، ٧) بحيث لا يزيد اجمالى الخليط عن ٠,٠٢ ٪ .

ويمكن ايضا استخدام مزيج من الأحماض المخلقة (٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١) بحيث لا يزيد اجمالى الخليط عن ٠,٠١ ٪ .

أنواع المسلي

تقسم المسليات الى عدة أصناف categories حسب الوظيفة المطلوب لها المنتج . وأكثر الأصناف شيوعا هى : -

١ - المسلى المتعدد الأغراض

٢ - المسلى عالى الثبات

٣ - مسلى الكيك cake والمثلجات

٤ - مسلى الخبز والعجائن الحلوة (المحلاة بالسكر)

٥ - مسلى مخلوط الكيك

وتتكون المسليات من واحد أو أكثر من المكونات التالية : -

أ - زيت الأساس أو الدهن

ب - عامل ملين plasticizer

جـ - عامل استحلاب emulsifier

ونظراً لأن زيت الأساس أو الدهن هو المكون الغالب ، فإنه من الممكن تقسيم المسليات حسب تركيب زيت الأساس أو الدهن ؛ بمعنى :

١ - النوع المخلوط أو المركب compound-blended type

٢ - النوع المهدرج كلـــه all-hydrogenated type

وفى الأيام الأوائل لأنتاج المسلى كانت هناك اختلافات واضحة فى تركيب ونوعية كلا النوعين (الخليط والمهدرج كله all-hydrogenated) ولكن بعد حدوث التحسينات فى تكنولوجيا المسلى فى الفترة الأخيرة أصبح من الصعب بل من المستحيل التميز بينهما ومعرفة ما اذا كانت مصنوعة من : -

أ – زيوت نباتية مطلقة

أو ب – خليط من زيوت نباتية

أو جـ – دهون لحوم

ولذلك أصبح هذا التقسيم المعتمد على تركيب زيت الأساس أو الدهن ذو فائدة محدودة للغاية .

وفى الماضى كان من الشائع صناعة المسليات بحيث تكون لينة صلبة plastic solids عند درجات الحرارة العادية . أما فى الوقت الحالى توجد أنواع عديدة من المسليات التى تكون سائلة أو يمكن سكبها pourable عند درجة الحرارة العادية .

المواد الخام Raw materials

نظرا لأمكانية الحصول على القوام المناسب للمسلى عن طريق خلط الدهون الصلبة والرخوة – hard and - soft fats والمهدرجة ، فإنه يمكن استخدام زيوت واسعة الاختلاف فى تصنيع هذا المنتج .

والمادتان الصلبتان الطبيعيتان اللتان تستخدمان بشكل واسع فى تصنيع المسلى هما : –

١ – الشحم الحيوانى الغذائى edible tallow

٢ – اليواستياريـــن oleostearine

والنسبة اللائقة من هاتان المادتان لتقوية stiffening الزيت السائل تكون حوالى ٢٠ و ٥٠ ٪ بالترتيب .

إلا نه من الشائع استخدام نسبة أقل من الشحم الحيوانى (٢٥ – ٤٠ ٪) ونحصل على تأثير التقوية المتبقى بالهدرجة أو باضافة دهن مهدرج .

٣ – ومن المكونات المناسبة للخلط بالمسلى بدون هدرجة الزيوت التالية :

– زيت بذرة القطن

– زيت فول السودانى

– زيت عباد الشمس

– زيت الـــذرة

– زيت السمسم

٤ – أما الزيوت التى تدخل في انتاج المسلى وفى العادة تهدرج لتقليل ميلها إلى ارتداد النكهة هى : –

* زيت فول الصويا

* زيت الســـمك

* زيت الحـــوت

أما زيت النخيل فهو أيضا مكون مناسب للمسلى ولكن يهدرج قليلا لكى نحصل على تأثير تبييض واضح له .

أما زيت جوز الهند وزيوت حمض اللوريك الأخرى فهى ليست من المواد المرغوبة فى صناعة المسلي بسبب : –

١ – مدى الليونة القصير لها .

٢ – ميلها الى تكوين رغوة foam عند استخدامها فى القلى الشديد .

النوع الأول

المسلي المخلوط Blended shortenings

أ – خليط من دهن اللحوم مع الزيوت النباتية :

أن التركيبة الأصلية لانتاج المسلى هى :

٢٠ ٪	أوليو استيارين
٨٠ ٪	زيت بذرة القطن (أو أى زيت نباتى آخر)

وتنتج كمية كبيرة بخلط الزيت النباتى مع الشحم الحيونى للحصول على القوام المناسب . وأغلب المسلى المحتوية على شحم حيوانى تقوى بالهدرجة الخفيفة للزيت . وبهذه الهدرجة الخفيفة يتحسن ثبات نكهة الخليط .

وعلى سبيل المثال خفض الرقم اليودى من ٢ – ١٠ وحدات .

أما إذا استخدم الكثير من الشحم الحيوانى فى تركيبة المسلى المخلوط مع أو بدون الهدرجة الخفيفة فإنه من المستحيل الحفاظ على كمية الشحم ثابتة وفى نفس الوقت يخرج المنتج عن القوام المتجانس بسبب الاختلاف الكبير فى صلابة hardness الأنواع المختلفة من الشحم الحيوانى الغذائى المستخدم .

والجدول التالى يوضح اختلاف كل من صلابة الشحم ودرجة عدم تشبعه باختلاف مصادر انتاجه

مسلسل	المصـــــــدر	الرقم اليـودى	الاختراق الدقيق (مم / ١٠ عند ٢١°م)
١	ولاية جورجيا بالولايات المتحدة	٣٧	١٧
٢	ولاية مينيسوتا بالولايات المتحدة	٤٠	٢٠
٣	استراليا - ولاية مينيسوتا بالولايات المتحدة	٤٠	٢١
٤	أيوا Iowa	٤١	٢٣
٥	استراليا	٤١	٢٤
٦	الارجنتين	٤٢	٢١
٧	نبراسكا بالولايات المتحدة	٤٢	٢٣
٨	سويسرا	٤٢	٢٥
٩	ايوا Iowa	٤٣	٢٧
١٠	باراجواى	٤٤	٢٧
١١	أوراجواى - نبراسكا بالولايات المتحدة	٤٧	٣١
١٢	باراجواي	٤٨	٣٠
١٣	الارجنتين	٤٩	٣٨
١٤	نيوجيرسى	٥١	٤١

ولذلك فإن المسلى من نوع المركب compound shortenings المكون من :

أ - شحم حيوانى أو اليواستيارين .

ب - خليط من دهن البقر - و - زيت نباتى يمكن عمل خلطات مختلفة منها بلا حدود تقريبا .

والجدول التالى يعطى فكرة عن قوام عينات مثالية من المسلى المركب كما توضحها بيانات الاختراق .

م	تركيب المسلى المركب ٪					مدى الهدرجة (أ)	الرقم اليودى	الاختراق الدقيق عند درجة حرارة (ب)				
	استيارين	ليواستيارين	زيت بذرة القطن	شحم حيوانى	زيت صويا مهدرج			١٠	٢١	٢٧	٣٢	٣٥
١	–	٢٠	٨٠	–	–	–	٩١	٤٠	٦٠	٦٨	٧٥	٨٢
٢	–	–	٤٥	٥٥	–	–	٧٢	٣٠	٥٥	٧٠	٩٠	٥٠
٣	٥	–	٥٠	٤٥(جـ)	–	٢	٧٢	٢٨	٥٠	٦٠	٧٣	٨٥
٤	٥	–	٦٠	٣٥(د)	–	٦	٧٨	٣١	٥٣	٦٤	٧٩	٩٩
٥	١٢	–	٨٨(د)	–	–	–	٩٧	٤٨	٦٥	٧٤	٧٨	٨٢
٦	١٠	–	٩٠(د)	–	–	٦	٩٢	٤٤	٦٣	٧٣	٧٩	٨٤
٧	٥	–	٦٠(جـ)	–	٣٥(د)	٦	٧٦	٣٢	٥٥	٦٨	٨٥	٩٦
٨	٥	–	٩٥(د)	–	–	٣٨	٦٥	٢٤	٥٠	٦٤	٨٨	٥٥

أ – يعتمد الانخفاض في الرقم اليودى للخليط على الهدرجة .

ب – يقاس بالملليمتر مع استخدام جهاز قياس الاختراق لجودارد – هيوس واستخدام ابر صلب ما لم يدل على غير ذلك .

جـ – شحم حيوانى مهدرج الى درجة تتر = ٧٥°م

د – زيت نباتى مهدرج " " " = ٥٩°م

هـ – الرقم اليودى = ٥٥

والهدرجة الخفيفة للخليط المكون من : –

– ٢٠ ٪ اليواستياريــــن

– ٨٠ ٪ زيت بذرة القطن

تؤثر على ليونه الخليط بحوالي ٣٢ إلى ٣٨°م بدلا من تقويته stiffening it كما هو متوقع . ويلاحظ تأثير مشابه عند هدرجة خليط مكون من :

* استيارين نباتى مهدرج (الرقم اليودى ١٠ – ١٥)

* زيت بذرة قطن

ب – المخاليط النباتية All - Vegetable Blends

اذا كانت المسلى مصنوعة من خلط مواد نباتية فقط وتحتوى على أدنى كمية من زيت مصلب ، فإن الزيت المصلب فى العادة ما يكون مهدرج إلى رقم يودى ١٥ أو أقل وتكون نسبة الزيت المصلب أو الاستيارين النباتى فى الخليط حوالى ١٠ – ١٥ ٪ . وتعتمد الكمية الفعلية على صلابة الاستيارين والقوام المطلوب .

ونجد أن قوام الخليط المكون من الزيوت متماثل تماما عند كل درجات الحرارة مع قوام الخليط المحتوى على اليواستيارين كعامل تقوية stiffening agent .

والجدول التالى يبين تركيب وخواص زيت فول الصويا وزيت بذرة القطن بعد اجراء عملية الهدرجة الاختيارية والهدرجة غير الاختيارية عليهما

الخواص / التركيب	زيت فول الصويا			زيت بذرة القطن		
	تركيب الزيت الأصلى	المهدرج اختياريا	المهدرج غير اختيارى	تركيب الزيت الأصلى	المهدرج اختياريا	المهدرج غير اختيارى
الاحماض الدهنية ٪						
Palmitic	١١,٥	١٢,٢	١١,٧	٢٥,٣	٢٥,٣	٢٥,٦
Stearic	٤,٣	٧,٩	١٥,٢	٣,١	٣,٨	١٠,٨
Palmitoleic	–	–	–	٠,٧	٠,٧	٠,٩
Oleic (monoenes)	٢٥,٢	٧٢,٨	٥٧,٧	٢٠,٤	٥٥,١	٤٤,٩
Linoleic (dienes)	٥٠,٥	٧,١	١٥,٤	٤٩,٧	١٤,١	١٦,٦
Linolenic	٨,٥	–	–	–	–	–
trans Acid %	–	٣٨,٩	٣٣,٣	–	٣٦,٥	٣٥,٥
الرقم اليودى	١٠٢–١٥١	٨٠	٧٩	٩٠–١١٧	٧٨	٧٥
درجة الانصهار °م	–	٣٥°م	٥١,١°م	(–)٢:٢°م	٣٥°م	٤٥,٦°م
دليل الدهن الصلب						
١٠°م		(–)٣,٢	١,٤		(–)٢,٢	٣,٩
٢١,١°م		(–)١١,٤	(–)٣,٣		(–)٩,٤	(–)١,٣
٢٦,٧°م		(–)١٤,٣	(–)٤,٧		(–)١٢,٤	(–)٣,٢
٣٣,٣°م		(–)١٧,٥	(–)٩,٢		(–)١٧	(–)٨,٧
٣٧,٨°م		صفر	(–) ١٢		صفر	(–)١٢,٦

- يحصل على الهدرجة الغير اختيارية بالأضافة المسبقة بحوالى ٠١, ٪ حمض الستريك الى الزيوت .

– يشير حمض الأوليك الى اجمالى الاحماض أحادية التشبع بما فى ذلك متماثلات ترانس .

– يشير حمض اللينوليك إلى اجمالى الأحماض ثنائية التشبع بما فى ذلك متماثلات ترانس .

ويلاحظ أن كلا النوعان من المخاليط لها مدى ليونة plastic ranges جيدة غير عادية؛ اذ أنهما يظهران أدنى تغير فى القوام على مدى من درجات الحرارة .

واذا كانت الزيوت المستخدمة فى صناعة المسلى المختلط تميل الى ارتداد النكهة مثل زيت فول الصويا وزيت الحوت وزيت السمك . ففى هذه الحالة يمكن هدرجتها الى القوام المقارب للشحم الحيوانى أو شحم الخنزير ، ثم تخلط مع زيت بذرة القطن أو فول السودانى أو أى زيت ثابت آخر .

وفى الواقع يمكن اعتبار الهدرجة قريبة جدا من أن تكون ضرورية فى تصنيع المسليات المختلطة كما هو الحال فى انتاج المسليات من نوع المهدرج كله all - hydrogenated type .

وبالطبع من الممكن للصناع انتاج مسليات مخلوطة بدون الاستفادة من تسهيلات الهدرجة ، ولكن اذا فعلوا ذلك فإن اختيار المواد الخام سوف يكون محدود للغاية .

وكما ذكرنا سابقا فإن زيت جوز الهند ينتج مسلى فقير فى مدى ليونته . وإذا استخدمت كمية كبيرة منه فى المسلى فإنه من الافضل أن يصنع المنتج عن طريق خلط زيت جوز الهند الغير مهدرج مضافا اليه حوالى ٨ – ١٢ ٪ دهن نباتى صلب وكثيرا من زيت بذرة القطن أو أى زيت سائل آخر .

ونظرا لأن زيت جوز الهند العالى الهدرجة له درجة انصهار حوالى ٤٣°م ومن ثم لا يمكن عمل استيارين نباتى من هذا الزيت .

النوع الثاني

المسليات المهدرجة كلها All- hydrogenated shortening

ان انتـاج المسلى المكونة من زيوت مـهـدرجـة مـعـا فى الولايات المتـحـدة تتـزايد بلستمرار.

ونظرا لأن التكنولوجيا الحالية فى الولايات الأمريكية تعتمد أساسا على استخدام زيت فول الصويا وزيت بذرة القطن . فسوف تعتمد مناقشتنا على هذان الزيتان فقط .

الهدرجة والخلط Hydrogenation and Blending

فيما عدا بعض المنتجات الخاصة المعينة عالية الثبات والمحضرة لأغراض القلى الشديد والبسكويت وعمل المخبوزات الرقيقة . فإن كل المسليات المهدرجة معا تصنع فى العادة من خلط ما يلى : -

أ - ٨ - ١٠ ٪ زيت عالى الهدرجة (أو دهن صلب أو استيارين) .

ب - زيت مهدرج جزئيا (رقمه اليودى ٦٥ - ٨٠) وهى الكمية الأساسية Base stock وقد يتكون من زيت واحد أو من خليط من الزيوت التى هدرجت الى قوام معين وهذا هو الغالب بحيث يكون أحدهما أكثر صلابة الى حد ما عن الآخر . ويمكن التحكم فى قوام المسلى داخل حدود معينة عن طريق تغير نسب هذان الزيتان .

وعلى كل حال فإن طريقة الكميتان الاساسيتان double base stock method هذه لا تنتج مسلى منخفضة الرقم اليودى أو ذات نوعية حفظ جيدة تماما كما هو الحادث فى طريقة كمية الأساس الواحد Single base stock method .

وفى الفصل السابع عشر من كتاب Baily يوجد شرح لطرق التحليل المختلفة المستخدمة فى ضبط قوام الكميات المهدرجة .

ومن المفيد استخدام دليل الدهن الصلب (solid fat index (SFI لضبط الخصائص المميزة للمسلى .

وفى عملية هدرجة كميات المسلى يكون الهدف هو زيادة صلابة الزيت ليصل الى دليل الدهن الصلب S F I المطلوب عند أدنى رقم يودى ممكن .

وبالرغم من اضافة نسبة صغيرة من الدهن العالى الهدرجة الى المسلى لتكسبه التأثير المقوى stiffening effect عند درجات حرارة أعلى ، فإنه لا يوجد معنى لاجراء ذلك . ومن الممكن انتاج جلسريدات عالية التشبع بقدر كاف بطريقة الهدرجة الغير اختيارية للحصول على دهون جيدة مرتفعة الحرارة بدون اضافة دهن صلب (انظر الجدول السابق). وفى العادة تفضل طريقة الخلط blending method لأنها تنتج مسلى أكثر ثباتا وأسهل فى الضبط .

تأثير الهدرجة الاختيارية علي قوام المنتج [1]

عند اجراء الهدرجة تزداد صلابة الدهن لسببان هما : -

أ - حدوث تشبع لبعض الروابط المزدوجة الغير مشبعة وبالتالى تنخفض درجة عدم تشبع الأحماض الدهنية .

ب - تتحول نسبة من الأحماض الدهنية الغير مشبعة بتأثير درجة الحرارة العالية الى المتماثلات ترانس والتى تسمى بأحماض أيسوأوليك isooleic وهى ذات درجة انصهار أعلى .

ولمعرفة الدرجة التى يساهم بها كل من هذان العاملان فى تصلب الدهن - انظر الجدول السابق والذى يستخدم فيه مصطلح الاختيار أو الانتقاء selectivity ليدل على

١- يمكن الاعتماد على طريقة الهدرجة الاختيارية للحصول على القوام المناسب للدهن المهدرج . وهذه الطريقة هى الافضل ، لأن المنتج يكون له القوام المناسب عند أقل رقم يودى ممكن .

التشبع الأفضل preferential saturation للأحماض عديدة عدم التشبع فى وجود أحماض أحادية التشبع بدلا من المعنى الدارج للحصول على القوام المناسب فى الدهن عند أقل رقم يودى .

فعلى سبيل المثال نجد أن حمض الأوليك له درجة انصهار تصل إلى ١٦ , ١٤°م .

وبالهدرجة يحدث ما يلى : –

أ – يتشبع جزء منه ويتحول الى حمض الاستياريك ودرجة انصهاره حوالى ٦٨,٣°م.

ب – يتحول جزء آخر الى المتماثل ترانس والذى يسمى بحمض الاليايديك ودرجة انصهاره ٤٣,٣°م .

ومن المنطقى أن نتوقع أن كلاهما سوف يساهم فى تصلب الدهن المهدرج عند ١ , ٢١–٩ , ٢٣°م والجدول السابق يؤكد هذه الحقيقة ، كما نجد أن حمض أيسوأوليك يساهم بدرجة أقل فى تصلب المادة الدهنية بسبب انخفاض درجة انصهاره عن حمض الاستياريك المشبع .

ومن الجدول السابق نجد أن تأثير الأحماض المشبعة فى تصلب المادة الدهنية قد يكون ضعف تأثير حمض أيسوأوليك .

ثبات الدهون المهدرجة Stability of Hydrogenated Fats

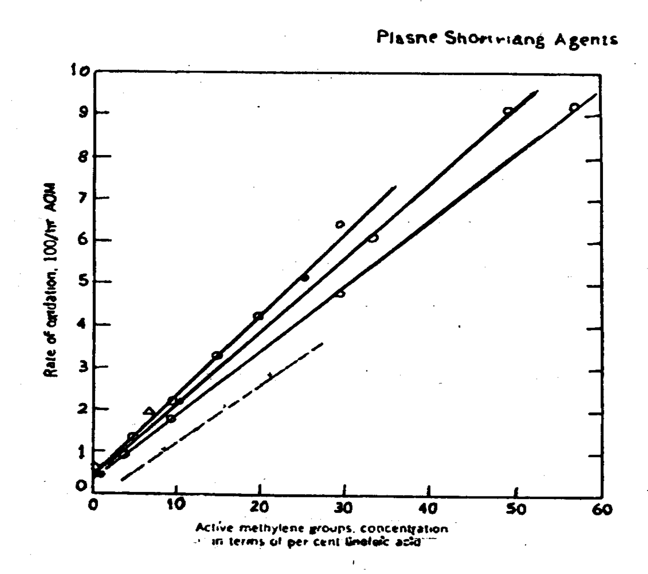
كما هو معروف أن قدرة الدهن على مقاومة الأكسدة لا تدل على درجة عدم تشبعه الكلية ، وإن تحدد ما يحتويه من أحماض عديدة عدم التشبع . وبدقة أكثر تركيز مجموعات الميثيلين النشطة به .

ويحتوى حمض اللينوليك على مجموعة واحدة منها بينما يحتوى حمض اللينولينيك على مجموعتان منها .

وعند اجراء اختبارات تسريع الثبات مثل اختبار A O M وجد أن معدل الأكسدة

يتناسب عكسيا مع زمن الحفظ . ولذلك فإذا تم هدرجة زيت معين إلى درجات مختلفة وأخذت عينات يحتوى كل منها على تركيز معين من مجموعات الميثيلين النشطة ورسم شكل بيانى يبين العلاقة بينهما وبين زمن الحفظ فإننا نحصل على خط مستقيم تقريبا .

والشكل التالي يوضح ذلك



ومن الشكل نجد أن معدل أكسدة الزيوت النباتية المهدرجة يدل على : –

أ – الثبـــات ب – ما يحتويه من مجموعات الميثيلين النشطة .

ويمثل العينات المختلفة الرموز الآتية : –

– الدوائر المفتوحة : زيت بذرة القطن المهدرج اختياريا .

– المغلقــة : زيت بذرة القطن المهدرج غير اختياريا .

– المثلثات المفتوحة : زيت بذر الكتان المهدرج اختياريا .

– " المغلقـة : زيت بذر الكتان المهدرج غير اختياريا

– المربعـات : زيت فول سودانى مهدرج اختياريا .

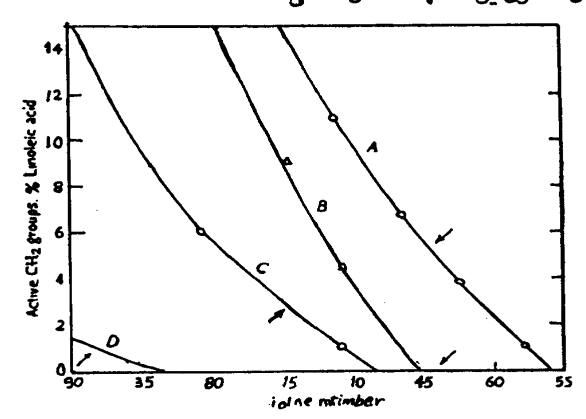
– صلـبان : زيت بذر قطن مهدرج .

ونظرا لأن أغلب الزيوت الشائعة لا تختلف كثيرا بالنسبة لقوة حماية مضادات الأكسدة الطبيعية التى تحتويها ، فإن الثبات الملازم لهدرجة الزيت يرجع إلى :

١ – انخفاض مجموعات الميثيلين النشطة . ٢ – انخفاض الرقم اليودى

٣ – انخفاض القوام الى الرقم المقبول .

وعند اجراء نفس ظروف الهدرجة على زيوت مختلفة نجد أن قابلية كل منها تختلف عن الآخر بشكل معقول يوضحها الشكل التالى : –



الشكل يوضح العلاقة بين تركيز مجموعات الميثيلين النشطة (على صورة نسبة حمض اللينوليك) والرقم اليودى لأربعة زيوت مختلفة مهدرجة تحت ظروف اختيارية معتدلة

– وهذه الزيوت هى : –

A : زيت بذرة القطـن

B : " فول سودانى

C : " فول صويـا

D : " بذر كتـــان

وتشير الاسهم عند كل منحنى الى نقطة التغلظ عند درجة حرارة ٢٧°م . وهو الرقم الشائع للمسلى والمرجرين .

وقد رتبت الزيوت الأربعة حسب تركيب الحمض الدهنى للزيت الخام كما يلى :–

– زيت فول السودانى – زيت الكتـــان .

– زيت فول الصويـا – زيت بذرة القطن .

أما بالنسبة للثبات عند تساوى القوام (نقاط التغلظ) فهى كا يلى : –

١ – **زيت فول السوداني** : شديد الثبات عند هدرجته بسبب التركيز المنخفض أصلا لحمض اللينوليك ، والذى يختفى تماما قبل أن يصبح المنتج شديد الصلابة .

٢ – **زيت بذرة القطن المهـدرج** : أقل ثباتا بسبب التركيز العالى أصلا للأحماض المشبعة والتركيز العالى الذى يحتويه من حمض اللينوليك بالنسبة الى حمض الأوليك .

٣ – **زيت بذر الكتان** : يصل الى القوام المناسب عند الرقم اليودى الأعلى كثيرا عن الرقم اليودى لزيت بذرة القطن المهدرج ، ولكنه يحتوى على مجموعات ميثيلين نشطة أقل لأن الحمض ثنائى عدم التشبع المتبقى يكون الكثير منه على الصور الايسوميرية ٩ : ١٠ و ١٥ : ١٦ .

٤ – **زيت فول الصويا** : بنفس الطريقة يكون رقمه اليودى أعلى من زيت بذرة القطن

عند القوام الحرج ولكنه يحتوى على مجموعات الميثيلين النشطة أقل لسببان هما :-

أ - نسبة الأحماض المشبعة أقل أصلا .

ب - أحماض اللينوليك للزيت المهدرج تشبه تلك التى توجد فى زيت بذر الكتان المهدرج حيث يشكل الجزء الهام للمتماثل ٩ : ١٠ و ١٥ : ١٦ .

وبالنسبة لأى زيت منفرد يمكن الحصول على أعلى ثبات (يكافىء أدنى رقم يودى تقريبا وليس تماما) عندما يهدرج الزيت بالاختيار المعتدل الارتفاع - واذا كان الاختيار مرتفع جدا فإن الكمية الكبيرة المتكونة من حمض أيسوأوليك سوف تحدد المدى التى تبلغه الهدرجة ، نظرا لأن الزيوت النباتية تحتوى على كميات كافية من التوكوفيرولات فإن اضافة كمية من مضادات الأكسدة الفينولية تحسن الثبات بدرجة قليلة نسبيا ونادرا ما تضاف - وعلى كل حال فإنه من الشائع استخدام حمض الستريك أو الفوسفوريك لتعزيز أثر التوكوفيرولات ويمكن استخدام هاتان المادتان (الستريك والفوسفوريك) مع بعضهما البعض بنسبة ٠,٠١ ٪ و ٠,٠٠٤ ٪ بالترتيب وتضاف قبل نزع الرائحة أو اثناء مرحلة التبريد بعد نزع الرائحة .

استخدام الدهون الصلبة كمواد ملينة للمسليات :

Solid Fats As Plasticiters For Shortening

من المرغوب فيه أن تكون معظم انواع المسلى - وخاصة تلك الأنواع المستخدمة فى تصنيع الكريمات أو الخلط - ذات قوام مرن على مدى واسع نسبيا من درجات الحرارة ، وهذا يكسبها مدى طويل من المرونة .

وقد وجد أن كل من : -

أ - قابلية التشكيل Workability

ب - قابلية تكوين القوام الكريمى Creaming ability

وهذان العـامـلان للمـسلى عند أى درجـة حـرارة تدل على مكوناتهـا ، وعلى نوع الجلسريد الصلب عند هذه الدرجة من الحرارة .

لهذا السبب فإن دليل صلابة الدهن (S F I) solid fat index يكون دليل جيد على امكانيـات مـدى ليونة الدهن أو خليط الدهن . وعـمـومـا فإن الدهن المهدرج المفـرد أو الزيت يكون له أقل مدى من الليونة (أو أكبر تغير فى القوام) لكل وحدة تغير في درجة الحرارة . ويمكن الحـصـول على أوسع مـدى من الليـونة باسـتـخـدام خليط من الزيت أو الدهن العـالى الهدرجة .

وبوضوح تام فإن كمية الجلسريدات الصلبة فى هذا الخليط سوف لا تتغير كثيرا مع التغيرات فى درجة الحرارة وأن معظم المسلى المكونة تقع بين هذين الحدين بحيث لا تكون صلبة جدا عند درجة حرارة ١٠ - ١٥,٦°م ولا تكون رخوة جدا ٣٢,٢ - ٣٧,٨°م .

بيانات دليل صلابة الدهن لكل من : -

١ - الزيوت المهدرجة النموذجية .

٢ - المسلى المهدرج كله .

٣ - المسلى المخلوط .

م	الصنف	رقم اليودى	دليل صلابة الدهن (°م)				
			١٠	٢١	٢٧	٣٣	٣٨
١	زيت صويا مهدرج	٧٥	٣٢,٤	١٧,٧	١١,٣	٢,٩	٠,٢
٢	زيت بذرة قطن مهدرج	٧٥,٤	٢٩	١٦,٧	١٣,٥	٣,٣	–
٣	مسلى نباتى مهدرج ككل	–	٢٩,٣	٢٣,٤	٢٢,٢	١٧,٥	١٣,٨
٤	خليط من دهن لحوم مع مسلى نباتى	–	٢٩	٢٢,١	٢٠,٤	١٦,٦	١٣,٢
٥	زيت بذرة قطن مع ١٤ ٪ زيت مهدرج الى درجة التتر ٦٠ °م .	–	١٦,٤	١٤,٤	١٤,٢	١٢,٤	١٠,٥

والشكل التالى يوضح منحنيات دليل صلابة الدهن لأمثلة نموذجية لما يلى :

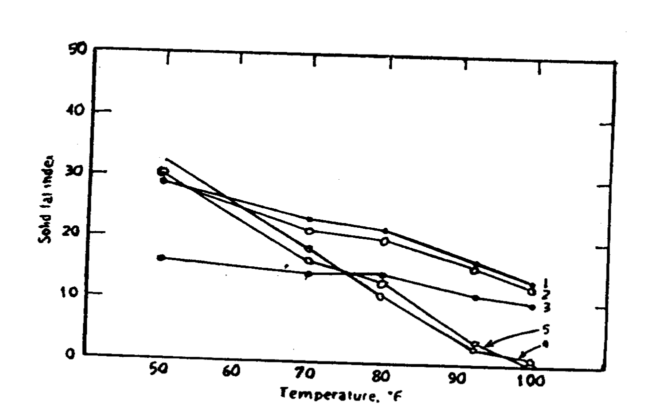
١ – مسلى نباتى مهدرج كله .

٢ – خليط من دهن لحوم مع مسلى نباتى مهدرج .

٣ – مسلى مصنوع من خليط زيت بذرة قطن مع ١٤ ٪ لزيت مهدرج الى تتر ٦٠ °م.

٤ – زيت صويا مهدرج .

٥ – زيت بذرة قطن مهدرج .



Solid fat index
50
40
30
20
10
0
50
60
70
80
90
100
Temperature, °F
1
2
3
5

تبلور الدهن الصلب

ومن المهم للغاية أن تكون الجلسريدات الصلبة للمسلى من النوع المتبلور .

وقد أعلن " ماتيل Mattil – و – نوريس Norris " إنه عندما يحتوى الجزء من الدهن الأعلى فى درجة الانصهار على جلسريدات ثابتة فى الصورة \`B ، فإن الدهن كله سوف يتبلور فى الصورة الثابتة \`B والعكس عندما تكون الجلسريدات الثلاثية الصلبة ثابتة فى الصورة B فإن الدهن كله سوف يتبلور فى الصورة الثابتة B .

المسلي المتبلورة في الصورة B تميل إلي أن تكون : –

أ – شمعية القوام . Waxy أو ب – متحببة grainy . وهاتان الصفتان تكونان مرغوبتان فى بعض الأحيان

جـ – تفتقر الى امكانية تكوين القوام الكريمى بسبب ميل بنائها البلورى الى التحطم تحت ظروف التشغيل الشاقة .

المسلي المتبلورة فى الصورة \`B تميل إلي أن تكون : – لها امكانية تكوين القوام الكريمى والتى تحتفظ بمظهرها وقوامها وخواصها الوظيفية تحت ظروف التخزين الغير ملائمة .

واذا وجدت أقل الدلائل على وجود بعض البلورات B والتى يبينها خط انحراف أشعة أكس عند ٤,٦ أنجستروم دل ذلك على احتمال تدهور نوعية القوام الكريمى .

وكما سبق ذكره يمكن الحصول على الجلسريدات الصلبة المستخدمة فى صناعة المسلى من عدة مصادر مثل الشحم الحيوانى وزيت النخيل والتى تحتوى على جلسريدات صلبة عند درجة الحرارة العادية فى حالتها الطبيعية .

كما نحصل على بعض أو كل الجلسريدات المشبعة اللازمة للمسلى بواسطة احدى الطريقتان التاليتان : –

١ – الهدرجـــة .　　　　　　٢ – الاسترة الداخلية المباشرة .

وقد يستكمل أى منهما باضافة دهون صلبة مثل اليواستيارين أو دهون أو زيوت عالية الهدرجة .

وبصرف النظر عن الوسيلة المستخدمة فمن الضرورى أن يتبلور اجمالى خليط الجلسريدات الصلبة فى الصورة البلورية المطلوبة . ومن الممكن استخدام خليط يحتوى على البلورات B و `B بشرط أن يتبلور الخليط فى الصورة المناسبة .

وفى بعض الحالات يترسب خليط بلورات B و `B معا فى الصورة البلورية الثابتة `B

وعموما فإن الطريقة المتفق عليها للحصول على الصورة `B المرغوبة فى معظم المسليات تكون باضافة دهن مناسب عالى الهدرجة . وبالطبع فإن الدهن الصلب نفسه يكون من النوع `B ومن هذه الدهون المهدرجة نجد :

* الشحم الحيوانى
* زيت بذرة القطن
* زيت النخيـــل
* زيوت أسماك معينة

ومن أمثلة الدهون الصلبة المكونة للصورة B المواد التالية : –

– دهن الخنزيـــر
– زيت فول الصويا
– زيت فول السودانى
– زيت القرطم

ولا يمكن دائما التغلب على التركيب البلورى الملازم للكمية الأساسية للدهون عن طريق

اضافة دهن صلب مناسب .

والمثال الواضح هو دهن الخنزير الذى يحتوى على جلسريدات وهى فى حالتها الطبيعية لها ميل شديد الى تكوين الصورة B فتسيطر على الشكل البلورى لخليط دهن الخنزير مع أى كمية معقولة من أى دهن صلب .

وبناء على ذلك فإنه عندما يخلط دهن الخنزير مع أى دهن صلب له الشكل البلورى `B ثم يبرد مسلى ذات قوام مقنع بصفة عامه ، فإن البلورات لن تكون ثابتة وتخضع للتحول السريع إلى الشكل الغير مرغوب فيه .

مواد الاستحلاب المستخدمة في المسلي :

Emulsifiers used in shortenings

بالاضافة إلى زيت الاساس والدهن الصلب ، تحتوى بعض أنواع المسلى الان على مادة أو أكثر من عوامل الاستحلاب التى تضاف اليها لتكسبها خواص وظيفية متقدمة معينة لاستخدامات خاصة محددة .

من هذه المواد : -

1 - Mono-and diglycerides

2 - Lactylated mono-and diglycerides

3- Propylene glycol monostearate

4 - Sorbitan monostearate

5 - Polyoxyethylene sorbitan monostearate

6 - Acetyl tartaric acid esters of mono-and diglycerides

7 - Monosodium phosphate derivatives of mono-and diglycerides

8 - Acetylated monoglycerides

أنواع مختلفة من المسلي

١ – مسليات للأغراض العامة General-purpose shortenings

مسليات الأغراض العامة تتكون من زيت أساسى Base oil مع أو بدون اضافة دهن صلب وعند تصنيعها يجب أن تجمع بين الرقم اليودى المنخفض ، مع الثبات العالى والمدى الممتد من الليونة – والجدول التالى يوضح تحاليل مسليات الأغراض العامة النموذجية.

بيانات تحليلية عن مسليات نموذجية للأغراض العامة

البيـــــان	زيـــوت نباتيـــة مهدرجةمعا	خليط من دهن لحوم وزيوت نباتية
دليل الدهن الصلب عند :		
١٠°م	(–) ٢,٢	(–) ١,٧
٢١,١°م	(–) ٥,٦	(–) ٥,٦
٢٦,٧°م	(–) ٦,٧	(–) ٦,٧
٣٣,٣°م	(–) ٨,٩	(–) ٨,٣
٣٧,٨°م	(–) ١١,١	(–) ١٠,٦
نقطة الانصهار	٥٠,٦	٥٠,٦
الرقم اليودى	٧٤	٦٠
حمض لينوليك ٪	٨	٨
نقطة التدخين	٢٠٤,٤	٢٠٤,٤
احماض دهنية حرة	٪٠,٠٤	٪٠,٠٤

٢ – مسليات عالية الثبات High-stability shortenings

ان منتجات البسكويت المحلى بالسكر والمواد الغذائية سهلة الكسر crackers التى تباع فى عبوات للمستهلك ، لها مشاكلها الخاصة فى الثبات نظرا لطول فترة الشحن والتخزين منذ بداية الانتاج وحتي الاستهلاك النهائى .

ولذلك قد قام صناع المسلى بانتاج مسلى خاص للبسكويت والمواد الغذائية سهلة الكسر والتى تتصف بما يلى : –

أ – لها مدى ليونة مناسبة .

ب – أفضل ثباتا وهذه الأنواع من المسليات تفضل فى العادة أيضا للاستخدام فى أنواع القلى الغذائى الشديد التى تحتاج أقصى ثبات .

والجدول التالى يبين تحاليل نموذجية لأنواع المسليات عالية الثبات . ونظرا لأن انتاج هذا المسلى يستخدم : –

أ – دهن أساس أكثر تماسكا . firmer base fat

ب – قليلا من (أو عدم) الدهن الصلب hard fat .

فإنها تميل الى أن تكون صلبة نسبيا أو هشة عند درجات حرارة أقل من ١٨,٣°م تقريبا ورخوة عند درجات حرارة أعلى من ٣٢,٢°م .

أنواع نموذجية من المسليات عالية الثبات

البيـــــان	زيـــوت نباتيــة مهدرجة معـا	خليط من دهن لحوم وزيوت نباتية
دليل الدهن الصلب عند :		
١٠°م	٤,٤	٣,٩
٢١,١°م	(-)٢,٨	(-)٣,٣
٢٦,٧°م	(-)٥,٦	(-)٥,٦
٣٣,٣°م	(-)١١,٧	(-)١٠,٠
٣٧,٨°م	(-) ١٥	(-)١٢,٨
درجة الانصهار (FAC)°م	٤٢,٨	٤٦,١
الرقم اليودى	٦٩	٥٨
حمض لينوليك ٪	١,٥	٣,٥
نقطة التدخين	٢٠٤,٤	٢٠٤,٤
احماض دهنية حرة ٪	٠,٠٤	٠,٠٤

٣ - مسلي الكيك والمثلجات cake and icing shortenings

منذ عام ١٩٣٣ تقريبا ظهر فى الأسواق الأمريكية نوع خاص من المسلى له خواص استحلاب عالية ويحتوى على نسبة كبيرة من الجلسرول المتحد combined glycerol عن الدهون العادية على صورة جلسريدات احادية وثنائية .

والجلسريدات الأحادية والثنائية لها نشاط سطحى ملحوظ يرجع إلى احتوائها على كل من : -

أ - مجموعات الليبوفيلية Lipophilic (الحمض الدهنى) .

ب - مجموعات هيدروفيلية hydrophilic (الايدروكسيل) .

وهذه المجموعات ذات فاعلية شديدة وقوة فائقة فى تعزيز الانتشار الجيد للمسلى فى عجائن المخبوزات وخاصة التى تحتوى على كمية كبيرة من السكر ، مما يساعد الخباز على اضافة اكبر كمية من السكر الى الدقيق والاضافات الأخرى .

هذه الظروف أدت إلى استخدام مصطلح " نسبة عالية high - ratio " على هذا النوع من المسلى – كما تسمى أيضا بأنها " عالية الجلسرين superglycerinated " .

وقد أصبح هذا النوع من المسلى محبوب للغاية فى صناعة الكيك وعجائن الخمائر المحلاة والمثلجات والمنتجات المماثلة . ويستهلك الخبازون على نطاق تجارى كميات كبيرة من هذا النوع من المسلى . ولذلك قام معظم صناع المسلى بتبنى هذا النوع من المسلى للاستخدام المنزلى .

ولا يختلف المسلى مرتفع الجلسرين عن المسلى العادى من حيث المظهر أو الطعم أو الثبات .. الخ ...

ويتميز المسلى مرتفع الجلسرين بما يلى : –

أ – محتواها من الأحماض الدهنية الحرة أعلى قليلا ويتراوح من ١٥, الى ٢, ٠ ٪ بسبب الكمية الصغيرة من الأحماض الحرة الناتجة من أحادى وثنائى الجلسريدات المضافة .

ب – احتوائها المرتفع من الجلسرول .

جـ – التوتر بين السطحين المنخفض Low interfacial tension المقاس مقابل الماء .

إلا أنها غير مناسبة للقلى الشديد التجارى لأن الجلسريدات الأحادية والثنائية عند درجات الحرارة العالية تنتج الجلسرول ، مع حدوث تدخين ويتوقف اختيار استخدام الجلسريدات الأحادية والثنائية فى المسلى مرتفع الجلسرين على الغرض النهائى للمنتج . والقول العام هو أن : –

أ – بالنسبة للكيك يفضل استخدام الجلسريدات الاحادية والثنائية الأعلى فى درجة

الانصهار .

ب – بالنسبة للمثلجات يفضل استخدام الجلسريدات الأحادية والثنائية الأقل فى درجة الانصهار .

وعلى كل حال ، ففى أغلب المسلى تستخدم منتجات وسيطة interme-diate product لتجعل المسلى مناسب لكل من الكيك والمثلجات .

وفى بعض الحالات يصنع مسلى الكيك و / أو المثلجات باستخدام عوامل استحلاب غير (أو مع) الجلسريدات الأحادية والثنائية . وعلى كل حال فإن الاخيران هما أغلب المواد شائعة الاستخدام .

وببساطة تحضر مسلى الكيك والمثلجات بعمل المسلى بالطريقة العادية ثم يضاف اليها الكمية المناسبة من عامل الاستحلاب المختار .

٤ – مسلي الخبز والعجائن المحلاة

Bread and sweet dough shortenings

بعض أنواع المسلى تصنع خصيصا لأستخدامها فى منتجات الخبز والعجائن المحلاة ، وتحتوى على مواد استحلاب لها تاثير يطرى [1] softening منتجات الخبز وتساعده على الاحتفاظ بالطراوة الى فترة طويلة من الزمن .

والمواد المستخدمة كعوامل استحلاب هى :

1 - lecithin .

2 - mono-and diglycerides .

3 - diacetyl tartaric acid esters of mono-and diglycerides .

---

١ – كثيرا ما يا شر الى الطراوة باحدى الكلمتين softness أو tenderness ويشار الى الاحتفاظ بالطراوة بكلمة anti-staling

ويصل الوزن الكلى لأحادى وثنائى الجلسريدات بما فيها استرات داى اسيتيل حمض الطرطريك ٢٠ ٪ (حد أقصى) من وزن توليفة هذه المستحضرات مع المسلى . وأن الوزن الكلى للجلسريد الأحادى (بالتحليل) فى هذا الخليط لا يزيد عن ٨ ٪ من وزن التوليفة .

والأكثر شيوعا هو صناعة مسلى الخبز والعجائن المحلاة باستخدام أحادى وثنائى الجلسريدات كمادة استحلاب . ويمكن الحصول على أقصى طراوة باستخدام أحادى وثنائى الجلسريدات الأعلى فى درجة الانصهار (درجة التتر ٥٨ - ٦٠°م) وفى احيان كثيرة تستخدم مستحلبات أخرى الى حد ما (درجة التتر ٥٠ - ٥٥ °م) لانتاج مسلى أطرى وأسهل تشغيلا . وقد تكون الكمية الأساسية base stock من أى نوع من أنواع المسلى ذو الليونة المناسبة .

والمادة المضافة التى تستخدم حديثا ويفضلها أغلب الخبازون بالولايات المتحدة هى :

calcium stearyl - 2 - lactate

٥ - مسلي خلط الكيك Cake mix shortenings

شهدت الأعوام الأخيرة نموا ملحوظا فى صناعة خلط الكيك ، ولأن اسلوب ضرب الكيك واحد فإن الجزء الأكبر من نجاحها يعتمد على تطور المسلى المحتوى على أنظمة استحلاب تهيئة خصيصا لهذا الاستخدام .

ويوجد معيارين كبيران لاختيار نظام الاستحلاب هما : -

١ - ان يكون للمستحلب كفاءة امتصاص كافية تسمح للكيك المضروب باحتواء كمية الهواء الضرورية عند أقل قدر من الضرب .

٢ - أن يحتفظ المستحلب بخواصه الوظيفية أثناء فترات التخزين الطويلة للخليط الجاف dry mix .

ويستخدم العديد من مواد الاستحلاب المحسنة المختلفة فى مسلى خلط الكيك ، وتختلف التراكيب باختلاف الصناع بل أن كل صانع له عدة تراكيب كل تركيبة منها تخدم احتياجات معينة للمستهلك .

والتركيبة التى تكون أكثر فاعلية لأحد أنواع الكيك أو مع نوع معين من الدقيق قد لا تكون مرضية في خليط آخر أو مع دقيق آخر .

ويقوم بعض الصناع بشراء كمية المسلى والمستحلب كل على انفراد ثم يقوم بعمل تركيبته الخاصة .

وبصفة عامة فإن الكمية الاساسية base stock قد تكون من أى نوع من أنواع المسلى ذو ليونة مناسبة - وقد تستخدم دهون اللحوم والزيوت النباتية بالاضافة الى المخاليط - وغالبا ما يحدد الصانع الكمية الاساسية التى تفى بمتطلبات تركيباته أو تشغيلاته .

٦ - المسلي السائل Fluid shortenings

فى الأعوام الحالية ظهرت عدة أنواع من المسلى " السائل fluid " أو القابل للانسكاب pourable " يوجد بعضها الآن فى الأسواق ، وبالرغم من أنه من السابق لأوانه الحكم على الوضع النهائى لهذا النوع من المسلى ، إلا أن ميزتها الخاصة تجعلها ملائمة للتداول وجذابة لبعض المستهلكين .

وفى العادة تكون الكمية الأساسية للمسلى السائل من زيت سائل مثل زيت بذرة قطن أو زيت فول صويا ضعيف الهدرجة (رقمه اليودى حوالى ١٠٠) ولاكسابها الصفات المناسبة للخبز توزع الدهون كاملة الهدرجة و (أو) مواد الاستحلاب مرتفعة درجة الانصهار خلال الزيت على صورة مواد دقيقة الانتشار - ويصل اجمالى كمية الجلسريدات الصلبة و/ أو مواد الاستحلاب المضافة حوالى ٥ - ١٠ ٪ ..

وهذه الجسيمات الغير ذائبة تكسب المسليات " مدى سيولة fluid-range " يتروا ح

من ٣،١٨°م – ٢،٣٢°م ؛ وتميل إلى أن تصبح متماسكة ولينة عند حرارة أقل من ١٨،٣°م، وتصبح سائلة عند درجة ٣٥°م أو أعلى وبينما نجد أن أفضل سيولة تظهر فقط بواسطة الجلسريدات الصلبة من نوع B فإن الاستيارين الثلاثى غير فعال نسبيا فى المساهمة فى تهوية aeration الكيك المضروب .

وقد وجد أن الجلسريدات الثلاثية المحتوية على حمض بهنيك behenic acid مثل التى توجد فى زيت بذر اللفت المهدرج وزيت الخردل تعزز فاعلية تهوية الضرب . وتعتمد كمية ونوع مواد الاستحلاب المستخدمة على الهدف من استخدام المسلى .

٧ – المسليات الجافة Dry shortenings

أن ما يسمى بالمسليات الجافة تصنع عن طريق خلط المسلى اللين فى مستحلب مع قشدة اللبن skim milk ثم يجفف الخليط بطريقة التجفيف بالرش spray-drying مكونة مسحوق powder يحتوى على :

١ – ٧٥ – ٨٠٪ دهن .

٢ – قد يحتوى أيضا على سكر ذرة أو أى كربوهيدرات اخرى .

٣ – استرات جزئية partial esters أو السوربيتول sorbitol أو أى عامل استحلاب آخر .

ويستخدم المسلى الجاف الى حد ما فى تحضير منتجات " خليط – جاهز " جاف منخفض الدهن والتى تحتاج الى اضافة الماء فقط لتكوين خليط جاهز للطهى .

انتهي بحمد الله

مواصفات الزيت بعد عمليات التشغيل المختلفة

م	المواد		مواصفات الزيت بعد عملية التعادل	التبييض	نزع الرائحة	المواصفات النهائية
١	النكهة	المستهدف				٧,٥-٨ *
		الأفضل			عديم	عديم
٢	اللون (حد أقصى) - أحمر	المستهدف				١,٥ - ٢
		الأفضل			١/٢ - ١,٥	,٥
٣	اللون (حد أقصى) - أصفر	المستهدف				٢٠
		الأفضل				١٠
٤	أحماض دهنية حرة ٪ (حد أقصى)	المستهدف	٠,١	,٣		٠,٠٠٥
		الأفضل	,٠٥ -	,٠٥ -	٠,٠٠٣	٠,٠٠٣
٥	المظهر					رائق وبراق
٦	اختبار التبريد (حد أدنى) / ساعة					٥,٥ ساعة
٧	الرطوبة والمواد المتطايرة ٪ (حد أقصى)		٠,١			٠,١
٨	المواد الغير قابلة للتصبن ٪ (حد أقصى)					١,٥
٩	رقم البيروكسيد ملليجرام / كجم (حد أقصى)	المستهدف				٢
		الأفضل		صفر	صفر	صفر
١٠	الثبات ملليجرام / كجم (حد أدنى) ساعة					٨ ساعة
١١	الفوسفور (حد أقصى) جزء فى المليون * *	المستهدف	٤٠	١٠		
		الأفضل	١٠	٥		٢
١٢	حديد (حد أقصى) جزء فى المليون			٠,١		٠,١
١٣	الرائحة	المستهدف				٧,٥ - ٨
		الأفضل			عديم	عديم
١٤	الصابون (حد أقصى جزء فى المليون		٥٠ - ٦٠			
١٥	المترسبات عند درجة حرارة ٢٢ - ٣٠° م		خالى			
١٦	رقم الانسيدين ميكرون			٢٣٠		
١٧	رقم الامتصاص ميكرون			٢٧٠		
١٨	الكلوروفيل (حد أقصى) جزء فى البيليون Pb			٥٠		

* يتم هذا الاختبار باستخدام حاستى الشم والتذوق ويقوم بها ١٠ أفراد متخصصون .

** ذكرت بعض المراجع أنه يجب الا يزيد مستوى الفوسفور بالزيت النهائى عن ١ جزء فى المليون حتى لا يتأثر بالأكسدة وثبات اللون .

– رقم الانسيدين خاص بقياس الالدهيدات الناتجة من تكسير البيروكسيدات .

– رقم توتوكس Totox = ٢ × رقم البيروكسيد + رقم الانسيدين .

المكونات الغير جلسريدية الغير مرغوب فيها والموجود بالزيوت الخام والمراحل التي تزيلها من الزيت

م	المـــواد الغيـــر مرغـــوب فيهـــا	ازالة الصموغ	التكرير	التبييض	نزع الرائحة
١	الأحماض الدهنية الحرة		تـــزال	تـــزال	تـــزال
٢	الفوسفاتيدات	تـــزال	"	"	
٣	الكربوهيدارت ومشتقاتها		"		
٤	نواتج تحلل البروتين والبروتينات		"		
٥	الاستيرولات *		"		"
٦	الشموع (كحولات دهنية)				
٧	الهيدروكربونات		"		
٨	المواد الملونة (كاروتينات والكلوروفيل)		"	"	"
٩	مواد تؤثر على النكهة والرائحة				
	أ – الألدهيدات			"	"
	ب – الكيتونات			؟	"
	جـ – كحولات			؟	"
	د – الهيدروكربونات التربينية			؟	"
	هـ – المركبات النيتروجينية (بالاسماك)				"
	و – البروكسيدات			"	"
١٠	المعادن				
	أ – نحاس	"	"	"	
	ب – حديـد	"	"	"	
	جـ – منجنيز	"	"	"	
١١	الراتنجات المختلفة والمواد الصمغية	"	"		
١٢	الصابون			"	
١٣	التوكوفيرولات		"	"	
١٤	معدن الكالسيوم والماغنسيوم				

الفهـرس

تـــابع الفهــرس

تـــابع الفهـــرس

تابع الفهرس

تـــابع الفهــرس

تـــابع الفهــرس

تـــابع الفهـــرس

فهــرس الجزء الثاني

فهرس

فهـرس

فهرس

المراجـــع :

1 - Food Fats and Oils . Institute of shortening and Edible Oils, Inc January , 1988 .

2 - Fatty Acid Calculator . Procter & Gamble Fatty Acids, Typical composition .

3 - S B P Fatty Acid & Products (S B P chemical Engineering series No . 65)

4 - E .Wertheim and H.Jeskey " Introductory Organic Chemistry 3r ed.

Mc Graw . Hill . New York 1956 .

5 - Fundamentals of Organic Chemistry Volum 1 MIR Publishers, Moscow

A .N . Nesmey Anov and N . A . Nesmey Anov

6 - YAGLARIN KOMPOZISYONV ve FIZIKSEL OZELLIKERI

7 - Composition and constants of natural Fats and oils,

Ashland chemicals P.O. Box 2219 Columbus. OHIO. 43216

8 - Bailey's Industrial Oil and Fat Products .

9 - Chemical Engineers' Hand book. John . H. Perry 4 edition

رقم الإيداع : ٩٣/٧٦٧٥
I. S . B . N : 977 - 15 - 0 102 - X